ARUP

Amazon Data Services Italy srl

Progetto di Data Center Edificio A (Zibido San Giacomo)

ADS Italy srl – Progetto di Data Center Edificio A (Zibido San Giacomo)

Studio Impatto Ambientale

SIA_All.4 – Valutazione dispersione in atmosfera

Reference: ADS_SIA_DC_ZIBIDO_All.4_rev01

B | 30 Giugno 2026

Questa relazione è stata redatta per tener conto delle particolari prescrizioni ed esigenze del Cliente. Non è intesa per essere divulgata a terze parti, per altri scopi. In tal caso, non viene assunta alcuna responsabilità per l'uso che ne venga fatto da parte di terzi.

Job number 306134

Arup Italia S.r.l.
Corso Italia 1
Milan
20122
Italy
arup.com

Signed with NamirialSign
MATTEO BRUNO
01/07/2026 12:11:15 UTC+0200

ARUP

Verifica Documento

Progetto	Progetto di Data Center Edificio A (Zibido San Giacomo)
Titolo Documento	ADS Edificio A_Studio di Impatto Ambientale_ SIA_All.4 – Valutazione dispersione in atmosfera
Job number	306134
Documento rif	-
File rif	-

Rev.	**Data**	**Nome del file**	ADS Edificio A_Studio di Impatto Ambientale_ SIA_All.3 - Valutazione dispersione in atmosfera		
A	31 Ottobre 2025	**Descrizione**	ADS Edificio A_SIA – Allegato 3_Valutazione dispersione in atmosfera		
			Redatto da	**Verificato da**	**Approvato da**
		Nome	AS	SL	SL
		Firma	CI ERM	SA	
B	30 Giugno 2026	**Nome del file**	ADS Edificio A_Studio di Impatto Ambientale_ SIA_All.3 - Valutazione dispersione in atmosfera		
		Descrizione	ADS Edificio A_SIA – Allegato 3_Valutazione dispersione in atmosfera		
			Redatto da	**Verificato da**	**Approvato da**
		Nome	AS	SL	SL
		Firma	CI ERM	SA	
		Nome del file			
		Descrizione			
			Redatto da	**Verificato da**	**Approvato da**
		Nome			
		Firma			

Emissione Verifica Documento in allegato al Documento ✓

Indice

1.	Introduzione	1
2.	Normativa in materia di qualità dell'aria	1
2.1	Normativa nazionale	1
2.2	Normativa Europea	2
3.	Qualità dell'aria nell'area	3
3.1	Ossidi di azoto (NO_x)	3
3.2	Biossido di zolfo (SO_2)	5
3.3	Monossido di carbonio (CO)	6
3.4	Particolato atmosferico (PM_{10} e $PM_{2.5}$)	7
4.	Sistema modellistico	10
4.1	Descrizione del modello Aermod	11
4.2	Dominio di calcolo	14
4.3	Input al modello	15
4.4	Scenari emissivi	23
4.5	Building Downwash	26
4.6	Assunzioni modellistiche	33
5.	Risultati del sistema modellistico	36
5.1	Scenario di cantiere	39
5.2	Scenario di manutenzione	12
5.3	Scenario di emergenza	16
6.	Considerazioni sugli effetti cumulativi	11
7.	Conclusioni	3

Tabelle

No table of figures entries found.

Figure

No table of figures entries found.

Disegni

No table of figures entries found.

Immagini

No table of figures entries found.

Photographs

No table of figures entries found.

Allegati

No table of figures entries found.

Appendice

No table of contents entries found.

1. Introduzione

Il presente documento riporta la metodologia e i risultati dello studio modellistico di ricadute in atmosfera condotto a supporto dello Studio Preliminare Ambientale del Progetto di un Data Center localizzato nel Comune di Zibido San Giacomo, in Provincia di Milano.

Lo scopo dello studio è di valutare gli impatti atmosferici generati dall'esercizio e dalle attività di costruzione del Data Center. Gli inquinanti di interesse sono: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), ammoniaca (NH_3), biossido di zolfo (SO_2) e polveri (PM_{10} e $PM_{2.5}$).

La simulazione della qualità dell'aria è stata eseguita utilizzando il sistema di modellazione AERMET-AERMOD, raccomandato dall'USEPA. Una descrizione del sistema di modellazione AERMET-AERMOD, nonché dei moduli di esecuzione del modello e delle impostazioni, viene riportata nel Paragrafo 4.

I risultati del modello sono stati confrontati con la normativa italiana relativa agli standard di qualità dell'aria, il D.Lgs. 155 del 13/8/2010, che riporta limiti di qualità dell'aria per i principali inquinanti e la nuova direttiva EU 2024/2881 del 23 Ottobre 2024 "on ambient air quality and cleaner air for Europe ", che pone degli obiettivi da raggiungere per il 2030 sulla qualità dell'aria.

2. Normativa in materia di qualità dell'aria

2.1 Normativa nazionale

La normativa relativa agli standard di qualità dell'aria è regolata dal D.Lgs. 155 del 13/8/2010, che, recependo la Direttiva 2008/50/CE, armonizza la preesistente normativa in materia di qualità dell'aria riportando in un solo atto normativo i limiti di qualità dell'aria per i principali inquinanti.

Nelle seguenti Tabelle (Tabella 1 e Tabella 2) si riportano i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria previsti dal D.Lgs. 155/2010 per gli inquinanti principali: **NO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$**. I valori limite sono espressi in termini di concentrazione normalizzate ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101,3 kPa.

Sostanza	*Tipologia*	*Valore*	*Riferimento Legislativo*
NO_2	Valore limite annuale	40 µg/m³	D.Lgs. 155/2010
	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m³	
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10000 µg/m³	
PM10	Valore limite annuale	40 µg/m³	
	Limite giornaliero da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m³	
PM2.5	Valore limite annuale	25 µg/m³	

Tabella 1 – Limiti di inquinanti in aria secondo d.Lgs 155/2010

Tali limiti normano sia episodi di esposizione acuta (limiti orari o giornalieri) che episodi di esposizione cronica o a lungo termine (limiti annuali).

2.2 Normativa Europea

L'Unione Europea ha rilasciato un'ulteriore direttiva in relazione alla qualità dell'aria, finalizzata alla protezione della salute umana. La direttiva 2024/2881 del 23 Ottobre 2024 "*on ambient air quality and cleaner air for Europe*" in particolare pone degli obiettivi da raggiungere per il 2030 imponendo limiti normalmente più stringenti rispetto alla normativa nostrana. Al momento della stesura del presente studio l'Italia non ha ancora recepito tale Direttiva; tuttavia, se ne riportano i valori limite per completezza e allineamento ai più recenti standard.

Sostanza	*Tipologia*	*Valore*	*Riferimento Legislativo*
NO_2	Valore limite annuale	20 µg/m³	D Eu 2024/2881
	Limite giornaliero da non superare più di 18 volte per anno civile	50 µg/m³	
	Limite orario da non superare più di 3 volte per anno civile	200 µg/m³	
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10000 µg/m³	
PM10	Valore limite annuale	20 µg/m³	
	Limite giornaliero da non superare più di 18 volte per anno civile	45 µg/m³	
PM2.5	Valore limite annuale	10 µg/m³	
	Limite giornaliero da non superare più di 18 volte per anno civile	25 µg/m³	

Tabella 2 – Limiti di inquinanti in aria secondo Direttiva Europea 2024/2881

Sostanza	*Tipologia*	*Valore*	*Riferimento Legislativo*
NH_3	Massimo giornaliero della media di 8 h	270 µg/m³	Linee Guida Europee per la Qualità dell'Aria, 2000 (limite per la protezione della vegetazione)
	Valore limite annuale	8 µg/m³	

Tabella 3 – limiti di qualità dell'aria secondo linee guida europee definite dall'OMS nel 2000 (*Linee guida per la qualità dell'aria in Europa*, 2ª edizione, 2000[1])

[1] https://www.who.int/publications/i/item/9789289013581

3. Qualità dell'aria nell'area

Lo stato della qualità dell'aria dell'Area Vasta è stato caratterizzato utilizzando i dati dell'ultimo Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Milano, redatto da Arpa Lombardia nel 2023.

La Rete di rilevamento della Qualità dell'Aria regionale è attualmente composta da 85 stazioni fisse (tra stazioni pubbliche e stazioni private, queste ultime afferenti a grandi impianti industriali quali centrali termoelettriche, raffinerie, inceneritori) che, per mezzo di analizzatori automatici, forniscono dati in continuo ad intervalli temporali regolari (generalmente con cadenza oraria).

Le postazioni sono distribuite su tutto il territorio regionale in funzione della densità abitativa e della tipologia di territorio. Oltre alle stazioni del Programma di Valutazione (PdV), sul territorio regionale sono in funzione alcune stazioni di interesse locale o legate ad autorizzazione attive nel 2023.

Nel territorio della Città Metropolitana di Milano, nel quale ricade il Comune dove sorgerà il Progetto, è presente una rete pubblica di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA) di proprietà di ARPA e gestita dall'U.O. Qualità dell'Aria.

La rete pubblica attualmente è costituita da 16 stazioni fisse del PdV e 5 postazioni di interesse locale.

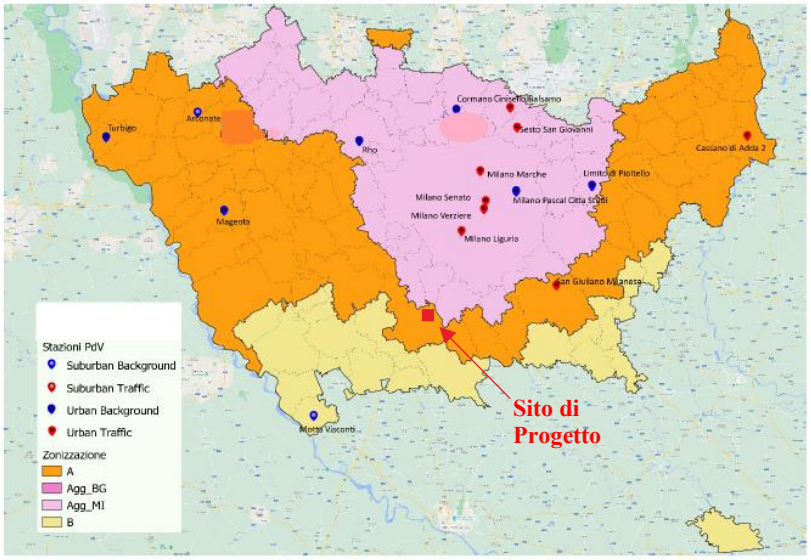


Figura 3-1 ***Localizzazione delle stazioni fisse della Città Metropolitana di Milano***

Come visibile dalla Figura 3-1, non sono presenti stazioni fisse nelle vicinanze dell'area di Progetto. Per tale ragione l'analisi sulla qualità dell'aria si baserà sui dati delle stazioni del Programma di Valutazione della Città Metropolitana di Milano.

In mancanza di centraline vicine all'area di progetto, si è fatto riferimento anche alle stime modellistiche a livello comunale di ARPA Lombardia per l'anno 2024. Tali stime sono relative ai soli inquinanti NO_2, PM10 e PM2.5 per i soli valori medi giornalieri.

3.1 Ossidi di azoto (NO_x)

Si riporta in Figura 3-2 seguente l'andamento dei valori minimi e massimi e del 25°, 50° (mediana) e 75° percentile, relativi alle medie mensili per il biossido di azoto, ottenuti per la rete di monitoraggio

della Regione Lombardia, nel corso del 2023, e confrontati con i valori medi mensili registrati dalle stazioni della Città Metropolitana di Milano.

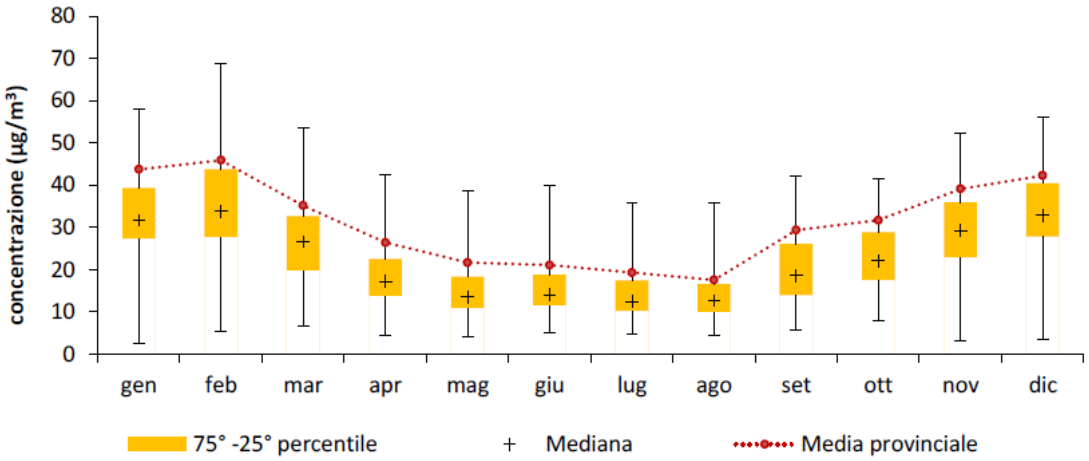


Figura 3-2 Andamento delle concentrazioni medie mensili delle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria (RRQA) della Lombardia incluse nel Programma di Valutazione per l'NO_2 nel 2023

L'andamento annuale delle concentrazioni di biossido di azoto evidenzia una significativa variabilità stagionale, caratterizzandosi per valori più elevati durante la stagione invernale. Questo fenomeno è attribuibile a una minore dispersione atmosferica nei mesi freddi e alla presenza di fonti aggiuntive di emissioni, come il riscaldamento domestico. Le misurazioni registrate nella Città Metropolitana di Milano rientrano nel range di variabilità regionale, superando di poco il 75° percentile. Sebbene queste concentrazioni non rappresentino un problema critico per il territorio, indicano chiaramente l'importante livello di urbanizzazione presente nella provincia, accentuato dalla forte pressione del traffico veicolare.

Nella successiva Figura si riporta invece il trend annuale delle concentrazioni di NO_2 delle stazioni del PdV della Regione confrontato con il trend della Città Metropolitana di Milano.

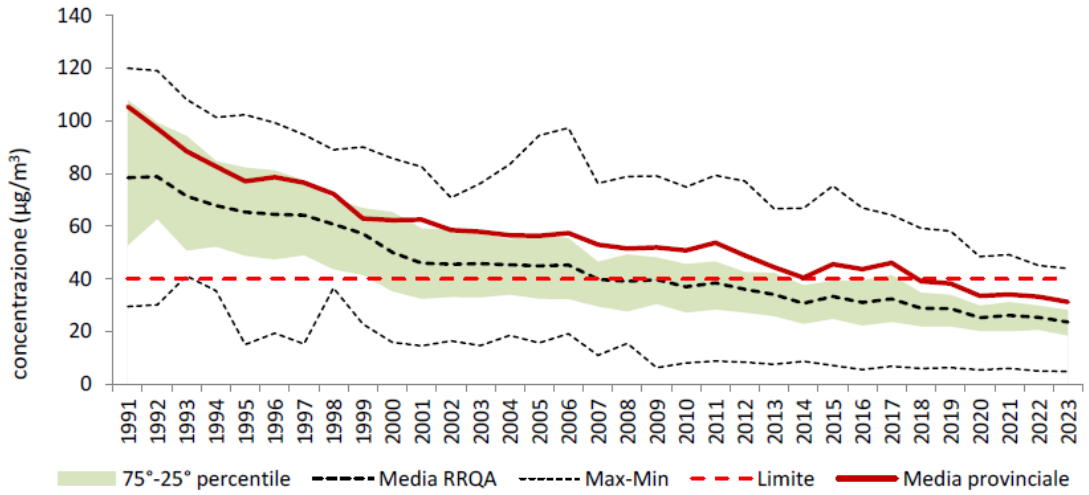


Figura 3-3 Andamento delle concentrazioni medie annuali di NO_2 della Regione confrontato con il trend della provincia di Milano

Si nota una generale diminuzione delle concentrazioni di NO_2 nel tempo, con un calo significativo a partire dagli anni 90 fino a raggiungere valori più stabili negli ultimi anni. La media provinciale di Milano, seppur riportando valori medi annui al di sotto del limite dal 2018, è sempre superiore della

media regionale, indicando ancora una volta la forte influenza dell'urbanizzazione e delle emissioni veicolari sulla qualità dell'aria.

Infine, nel grafico seguente si riporta l'andamento delle concentrazioni medie giornaliere stimate dai modelli di ARPA Lombardia a livello comunale di Zibido San Giacomo per l'anno 2024.

Le stime modellistiche di ARPA mostrano un chiaro andamento stagionale delle concentrazioni di NO_2, con valori più elevati nel periodo invernale e valori minimi durante la stagione estiva. Questo comportamento è coerente con il quadro osservato dalla rete di monitoraggio e rappresenta un andamento tipico dei contesti urbani e periurbani della Pianura Padana.

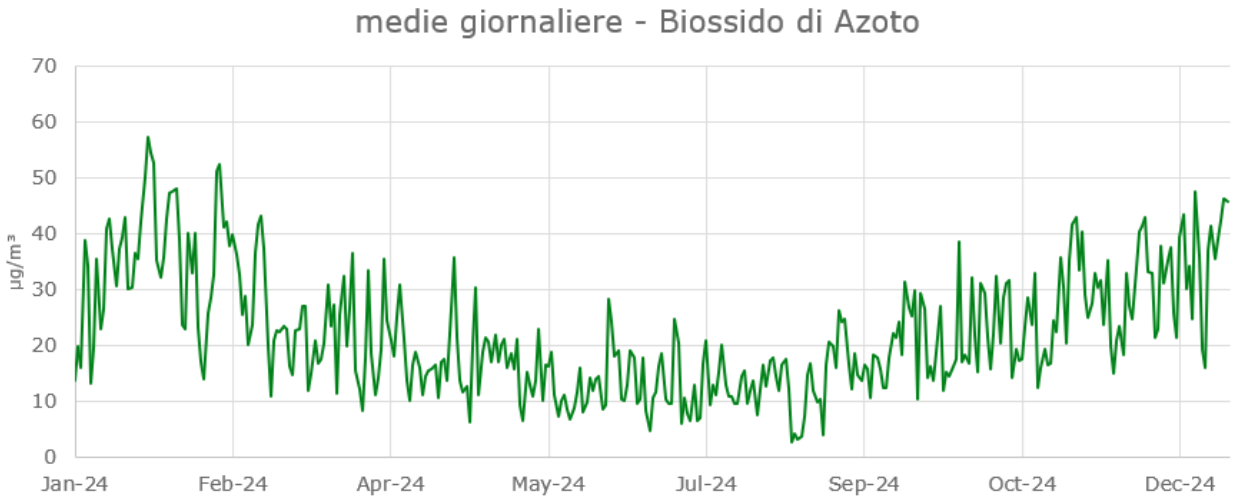


Figura 3-4 Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di NO_2 stimate da ARPA Lombardia a livello comunale di Zibido San Giacomo, anno 2024

Dai valori medi giornalieri è stata stimata una concentrazione media annua di 22,2 µg/m^3, inferiore all'attuale valore limite pari a 40 µg/m^3.

3.2 Biossido di zolfo (SO_2)

Si riporta di seguito, in Figura 3-5, l'andamento dei valori minimi e massimi e del 25°, 50° (mediana) e 75° percentile, relativi alle medie mensili per il biossido di zolfo, ottenuti per la rete di monitoraggio della Regione Lombardia, nel corso del 2023, e confrontati con i valori medi mensili registrati nelle stazioni della Città Metropolitana di Milano.

Le concentrazioni di biossido di zolfo misurate nelle centraline della Città Metropolitana di Milano sono risultate in linea con quelle registrate nelle altre centraline lombarde, con valori per lo più appena superiori al 75° percentile. In generale, le concentrazioni di biossido di zolfo sono ormai ovunque ben al di sotto dei limiti di legge e, di fatto, non costituiscono più un rilevante problema di inquinamento atmosferico.

Nella successiva Figura 3-6 è riportato il trend annuale delle concentrazioni di SO_2 delle stazioni del PdV della Regione confrontato con il trend della Città Metropolitana di Milano.

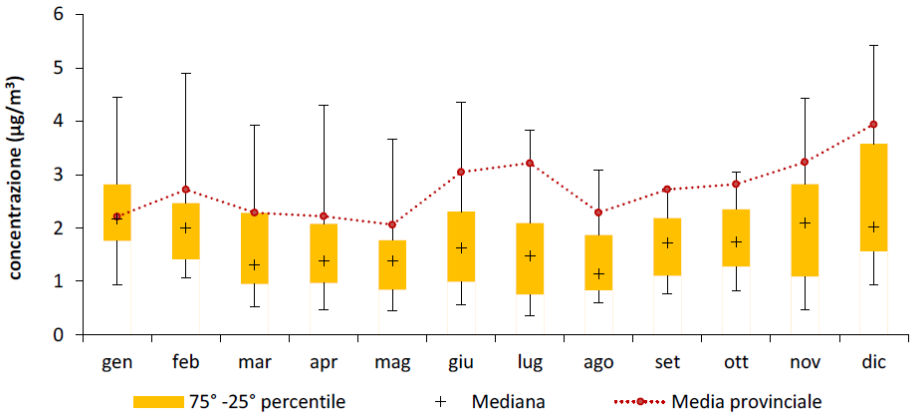


Figura 3-5 Andamento delle concentrazioni medie mensili delle stazioni della RRQA della Lombardia per il SO_2 nel 2023

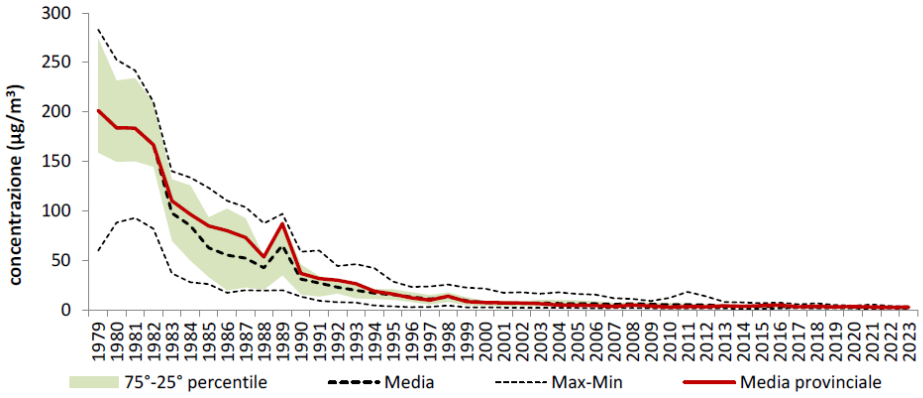


Figura 3-6 Andamento delle concentrazioni medie annuali di SO_2 della Regione confrontato con il trend della provincia di Milano

3.3 Monossido di carbonio (CO)

Si riporta di seguito l'andamento dei valori minimi e massimi e del 25°, 50° (mediana) e 75° percentile, relativi alle medie mensili per il monossido di carbonio, ottenuti per la rete di monitoraggio della regione Lombardia, nel corso del 2023, e confrontati con i valori medi mensili registrati dalle stazioni della Città Metropolitana di Milano.

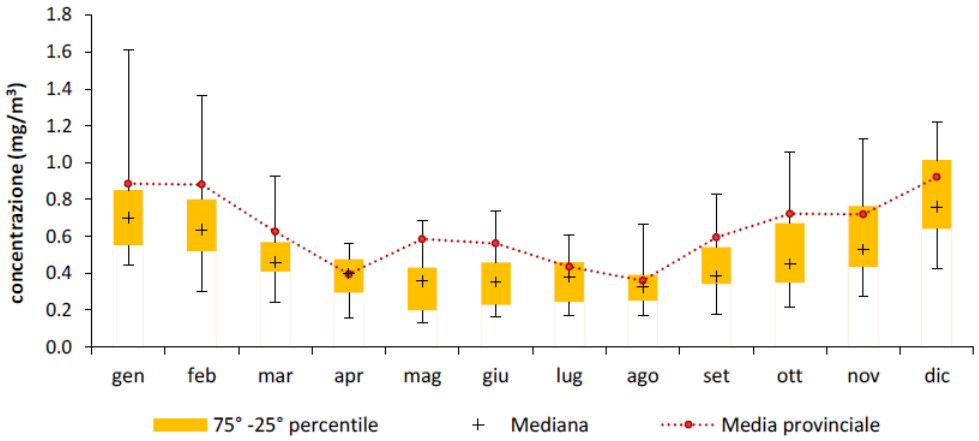


Figura 3-7 Andamento delle concentrazioni medie mensili delle stazioni della RRQA della Lombardia per il CO nel 2023

I valori ambientali di monossido di carbonio sono andati diminuendo negli anni, fino a raggiungere livelli prossimi al fondo naturale e al limite di rilevabilità degli analizzatori: le concentrazioni sono ormai ovunque ben al di sotto dei limiti di legge non costituendo più un rilevante problema di inquinamento atmosferico.

Infine, in Figura 3-8 seguente è riportato l'andamento annuale delle concentrazioni di monossido di carbonio delle stazioni regionali confrontato con quello della Città Metropolitana di Milano.

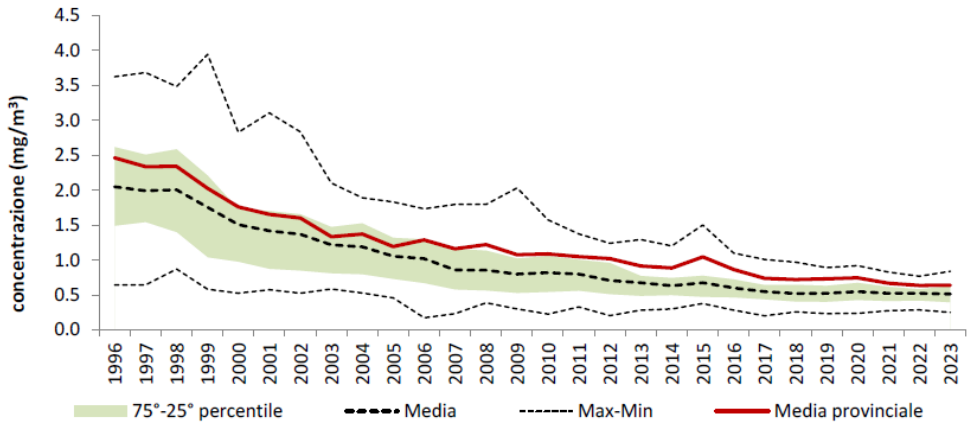


Figura 3-8 Andamento delle concentrazioni medie annuali di CO della Regione confrontato con il trend della provincia di Milano

3.4 Particolato atmosferico (PM_{10} e $PM_{2.5}$)

Si riporta di seguito, nelle Figura 3-9 e Figura 3-10, l'andamento dei valori minimi e massimi e del 25°, 50° (mediana) e 75° percentile, relativi alle medie mensili per il PM_{10} e $PM_{2.5}$ ottenuti per la rete di monitoraggio della Regione Lombardia, nel corso del 2023, e confrontati con i valori medi mensili registrati dalle stazioni della Città Metropolitana di Milano.

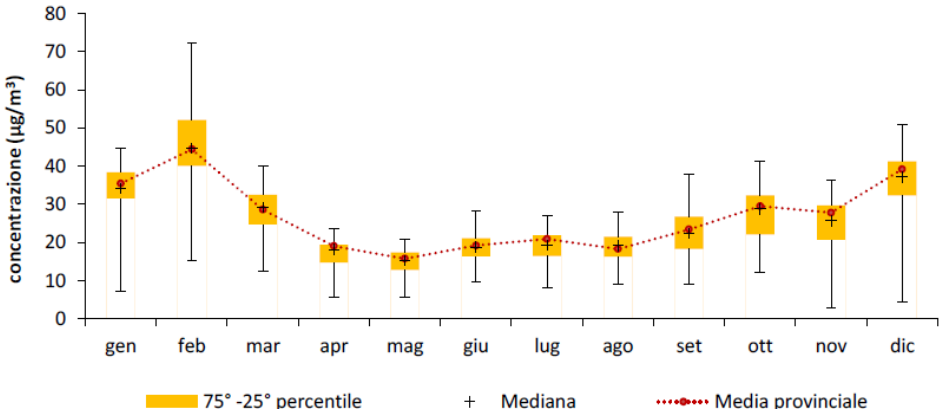


Figura 3-9 Andamento delle concentrazioni medie mensili delle stazioni della RRQA della Lombardia per il PM_{10} nel 2023

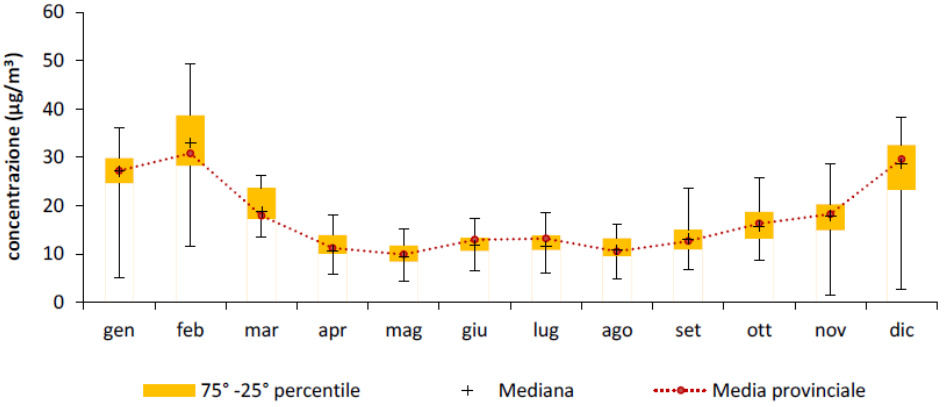


Figura 3-10 Andamento delle concentrazioni medie mensili delle stazioni della RRQA della Lombardia per il $PM_{2.5}$ nel 2023

L'andamento annuale delle concentrazioni di PM_{10} e $PM_{2.5}$ come nel caso degli altri inquinanti, evidenzia una significativa variabilità stagionale, con valori più elevati durante i mesi invernali. Questo è attribuibile sia alla minore capacità dell'atmosfera di disperdere le particelle nei periodi più freddi, sia alla presenza di ulteriori fonti di inquinamento, come il riscaldamento domestico. La sostanziale uniformità delle concentrazioni misurate nel bacino e la loro correlazione con le condizioni meteorologiche vengono confermate dalla ridotta distanza interquartile osservata all'interno di ciascun mese analizzato.

Nella Città Metropolitana di Milano, le medie provinciali dei valori registrati riflettono il trend regionale, posizionandosi per lo più attorno alla mediana delle concentrazioni a livello regionale. È inoltre confermata la moderata tendenza di miglioramento negli anni (Figura 3-11 e Figura 3-12).

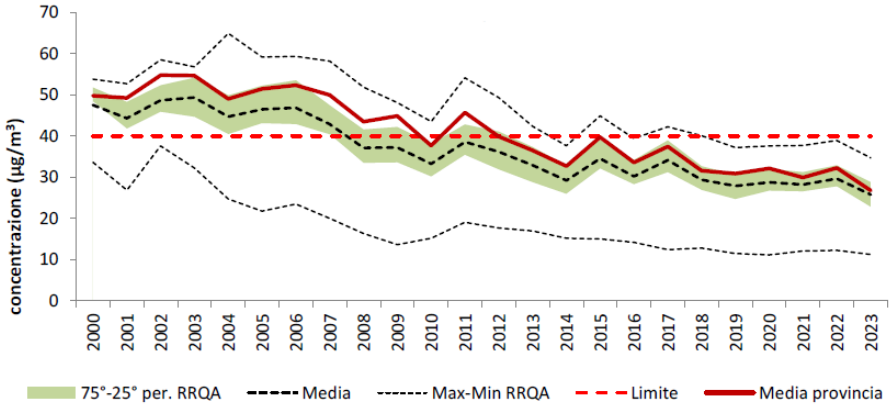


Figura 3-11 Andamento delle concentrazioni medie annuali di PM_{10} della Regione confrontato con il trend della Città Metropolitana di Milano

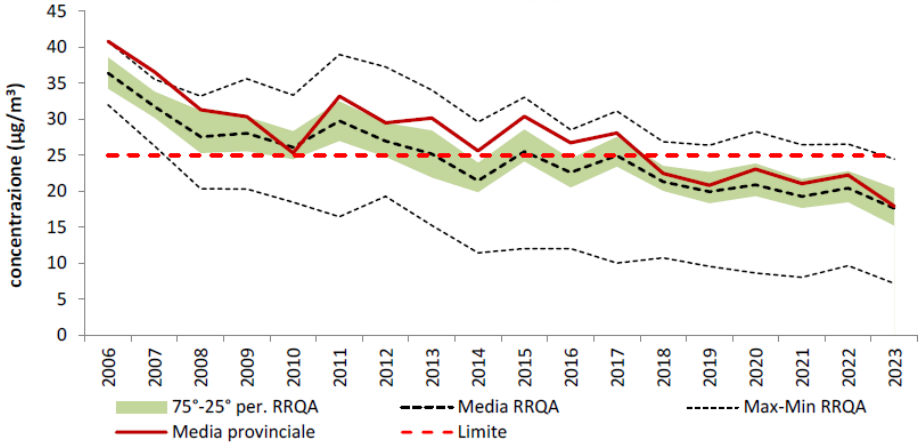


Figura 3-12 Andamento delle concentrazioni medie annuali di $PM_{2.5}$ della Regione confrontato con il trend della Città Metropolitana di Milano

A integrazione delle analisi basate sui dati di monitoraggio, le stime modellistiche di ARPA Lombardia a scala comunale, per l'anno 2024, per il PM10 e il PM2.5 confermano un marcato andamento stagionale delle concentrazioni, analogo a quanto osservato per gli ossidi di azoto. In particolare, i valori più elevati si riscontrano nel periodo invernale, mentre le concentrazioni minime sono tipicamente associate alla stagione estiva.

Si osserva inoltre che, limitatamente al periodo invernale, le stime modellistiche evidenziano episodici valori elevati se confrontati con il valore di limite giornaliero per il PM10, fenomeno coerente con quanto storicamente rilevato nel bacino padano e attribuibile a condizioni meteoclimatiche sfavorevoli.

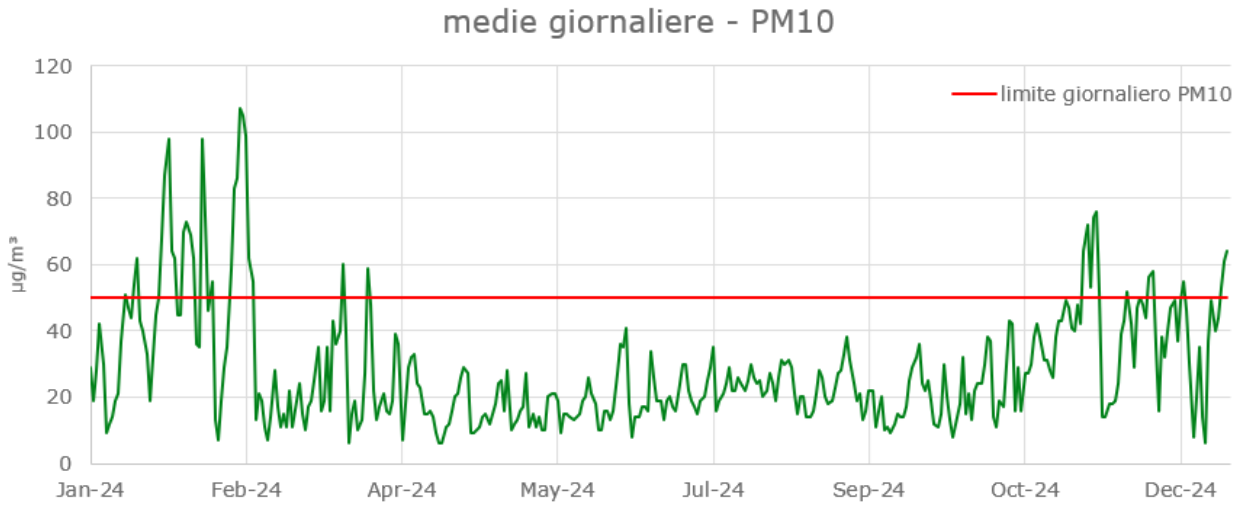


Figura 3-13 Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 stimate da ARPA Lombardia a livello comunale di Zibido San Giacomo, anno 2024

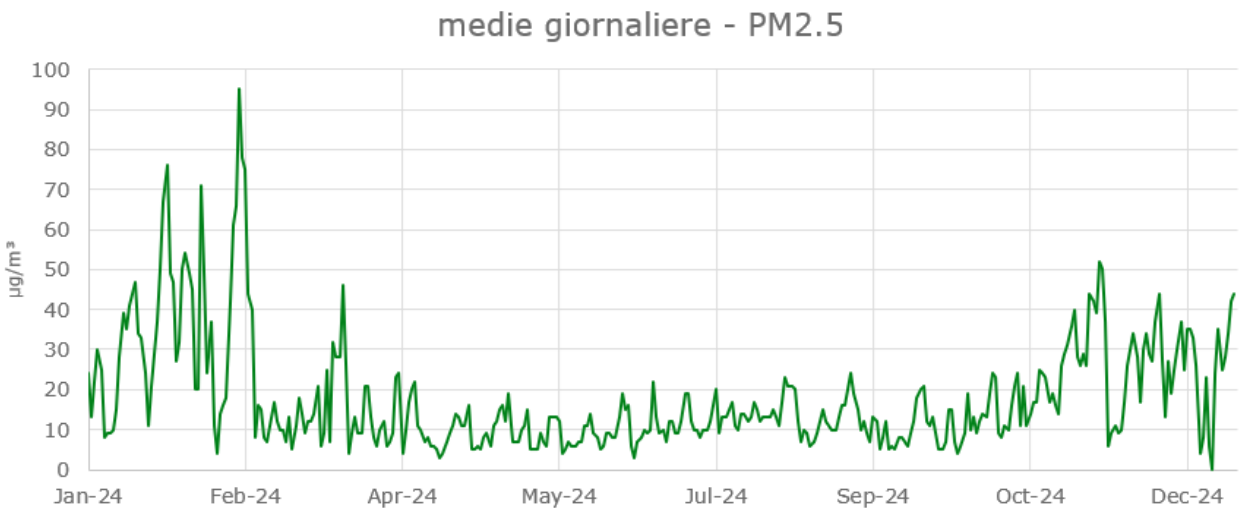


Figura 3-14 Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di PM2.5 stimate da ARPA Lombardia a livello comunale di Zibido San Giacomo, anno 2024

Dai valori medi giornalieri è stata stimata una concentrazione media annua di 28,2 µg/m^3 per il PM10, inferiore dell'attuale limite pari a 50 µg/m^3, e 17,9 µg/m^3 per il PM2.5µg/m^3.

4. Sistema modellistico

La previsione e la stima dei livelli di concentrazione al suolo di inquinanti da sorgenti di emissione è stata effettuata attraverso l'utilizzo di specifica modellistica diffusionale.

I modelli diffusionali rappresentano, in maniera più o meno semplificata, la diffusione di sostanze in atmosfera in relazione alle caratteristiche delle emissioni (quantità di inquinante emesso, temperatura, velocità, etc.) e alle condizioni meteorologiche. Per mezzo di questi strumenti di analisi è possibile, partendo da una conoscenza delle emissioni e delle condizioni meteorologiche, simulare il fenomeno della diffusione dell'inquinante con buona approssimazione. I dati ottenuti da queste simulazioni

possono quindi venire utilizzati per valutare il campo di concentrazione della sostanza oggetto di studio all'interno del dominio di calcolo.

A livello mondiale esistono numerosi modelli matematici di simulazione della diffusione atmosferica. Per facilitare la scelta all'utente finale, l'USEPA (United States Environmental Protection Agency), l'ente di protezione ambientale americana, massima autorità mondiale nel settore, su mandato del Congresso degli Stati Uniti cura la pubblicazione della guida ai modelli sulla qualità dell'aria che debbono essere utilizzati per gli scopi indicati.

I modelli inseriti in questa guida sono stati sviluppati dall'EPA stessa o da centri privati. In entrambi i casi, prima di essere registrati nel "Federal Register" ed essere inseriti nella guida, i modelli vengono sottoposti ad una estesa serie di procedure di validazione scientifica.

L'identificazione e la quantificazione degli effetti delle emissioni in atmosfera dell'opera in progetto è stata effettuata mediante l'applicazione del sistema di modelli AERMET-AERMOD, dove AERMET è il modello meteorologico e AERMOD è il modello per le ricadute al suolo degli inquinanti. Le informazioni in quota necessarie al modello meteorologico sono fornite dal modello MM5 (per maggiori dettagli si veda il Paragrafo 4.3.1).

Lo schema di funzionamento dei modelli utilizzati è riportato nella seguente Figura.

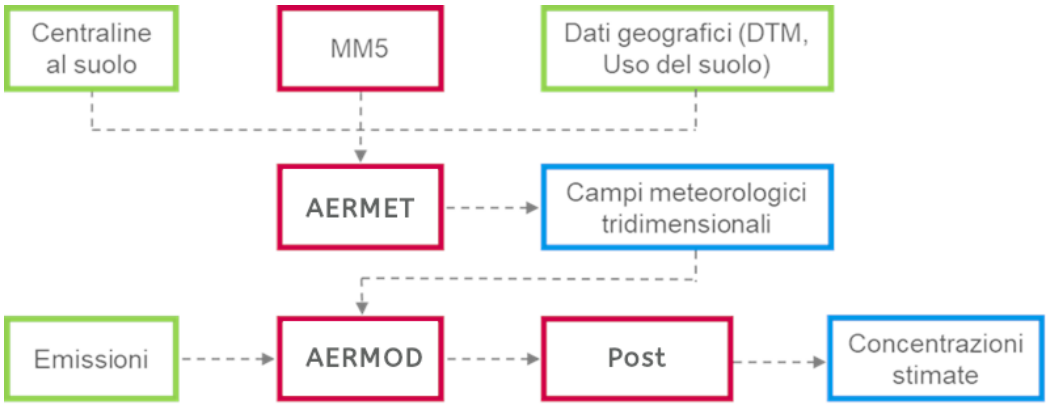


Figura 4-1 Schema del sistema modellistico impiegato (Fonte: ERM)

4.1 Descrizione del modello Aermod

AERMOD è uno "steady-state plume model", ovvero un modello analitico stazionario a pennacchio che simula la dispersione degli inquinanti in atmosfera basandosi sull'equazione gaussiana, e ne calcola la concentrazione nel dominio d'indagine in corrispondenza di recettori distribuiti su una griglia (definita dall'utente) o discreti. Il codice prevede la possibilità di considerare diverse tipologie di fonti emissive (puntuali, areali, volumiche) e a ciascun tipo di sorgente corrisponde un diverso algoritmo per il calcolo della concentrazione per un singolo inquinante. Il modello calcola il contributo di ciascuna sorgente su ciascun recettore e ne somma gli effetti.

Poiché il modello è stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione (generalmente un'ora). Il software specificatamente utilizzato per l'attuazione del modello permette inoltre di configurare la variabilità nel tempo dei flussi di massa per ciascuna

sorgente. Tale funzione è stata utilizzata per tenere conto delle variazioni stagionali delineate nel precedente paragrafo.

Le principali caratteristiche innovative di AERMOD rispetto al predecessore ISC sono:

- trattazione differente della dispersione degli inquinanti nello SBL (Stable Boundary Layer) e nel CBL (Convective Boundary Layer): nel primo caso, in condizioni stabili, la distribuzione di concentrazione segue una curva gaussiana sia in orizzontale che in verticale, mentre nel secondo caso, in condizioni di instabilità, la distribuzione di concentrazione segue una curva gaussiana in direzione orizzontale, e in verticale segue una funzione di densità di probabilità di tipo bi-gaussiano;
- possibilità di trattare il fenomeno detto "plume lofting" nel CBL, per il quale una porzione di massa del pennacchio emessa dalla sorgente, sale e rimane nella parte superiore dello strato stabile prima di essere mescolata dalla turbolenza del CBL;
- possibilità di ricostruire i profili verticali delle variabili meteorologiche più significative (vento, temperatura, turbolenza, ecc.) utilizzando i dati rilevati al suolo e in quota;
- possibilità di considerare fenomeni di deposizione e reazione/trasformazione chimica degli inquinanti;
- possibilità di trattare considerare condizioni orografiche sia semplici che complesse.

Per elaborare i dati meteorologici di input il modello si avvale dell'utilizzo del preprocessore meteorologico AERMET.

Lo scopo del preprocessore AERMET è quello di raccogliere ed elaborare i dati meteorologici rappresentativi della zona studiata, per calcolare i parametri dispersivi del PBL (Planetary Boundary Layer) e consentire così ad AERMOD di ricavarsi i profili verticali delle variabili più influenti su trasporto e dispersione degli inquinanti.

L'input di AERMET consiste di quattro tipi di dati:

1. DATI ORARI DI SUPERFICIE: parametri rilevati dalle stazioni meteorologiche (generalmente a 10 m dal suolo). Comprendono:
    - dati relativi alla stazione: numero identificativo, coordinate, quota;
    - dati meteorologici: temperatura, velocità e direzione del vento, copertura nuvolosa.
2. DATI ON-SITE (opzionali). Comprendono: radiazione solare, pressione atmosferica, umidità relativa, turbolenza, visibilità, precipitazioni.
3. DATI "UPPER AIR": dati meteorologici in quota, ad una serie di livelli di pressione compresi tra il suolo e l'altezza massima dello strato di mescolamento; possono essere direttamente rilevati da stazioni meteorologiche (attrezzate con sonde, radar, ecc) che effettuano sondaggi in quota almeno due volte al giorno, o da sistemi di misurazione satellitari; altrimenti, possono essere utilizzati modelli meteorologici (per esempio RAMS) che elaborano i dati al suolo misurati dalle centraline per ottenere i valori corrispondenti alle diverse quote d'interesse. I dati "upper air" richiesti da AERMOD, oltre a quelli relativi alla stazione sono, per ogni livello di misurazione: pressione atmosferica, altezza geopotenziale, velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa.
4. PARAMETRI DI LAND-USE : i parametri di uso del suolo comprendono: Albedo, Bowen ratio, rugosità superficiale. Se non sono disponibili, il programma suggerisce dei valori che ricavati mediante abachi sperimentali (U.S.EPA) che determinano i valori dei parametri in funzione del periodo (stagione o mese) considerato e dell'uso del suolo.

AERMET elabora i dati meteorologici descritti per produrre i seguenti parametri, che verranno poi forniti come input ad AERMOD:

- H: flusso di calore sensibile;
- L: lunghezza di Monin-Obukhov per tutte le ore disponibili;
- u_*: velocità di attrito;
- Z_{im}: altezza di rimescolamento meccanico per tutte le ore disponibili;
- z_{ic}: altezza di rimescolamento convettivo (solo per le ore in cui si ha turbolenza di origine convettiva);
- w_*: velocità di scala turbolenta (solo per le ore in cui si ha turbolenza di origine convettiva);
- r(Φ): Albedo;
- B_0: Bowen ratio;
- u_{ref}: velocità del vento alla quota di riferimento z_{ref} ;
- T_{ref}: temperatura ambiente alla quota di riferimento z_{Tref};
- dθ/dz: gradiente di temperatura potenziale.

AERMOD riceve in ingresso alcuni dati di input dello stesso AERMET:

- velocità e direzione del vento;
- temperatura;
- turbolenza verticale e laterale.

Di seguito viene brevemente spiegato il significato di alcune delle variabili più significative.

La velocità di attrito (u_*) è uno dei parametri che meglio rappresenta la turbolenza di origine meccanica. Essa ha le dimensioni di una velocità ed è descritta dalla relazione:

$$u_* = \sqrt{\frac{\tau(0)}{\rho}}$$

dove τ(0) indica il valore degli stress di Reynolds in superficie e ρ la densità. La u_* permette di quantificare lo sforzo di taglio del vento dovuto all'attrito con la superficie terrestre; il suo valore è proporzionale a velocità del vento e rugosità del suolo.

L'altezza di rimescolamento meccanico o convettivo (z_{im}, z_{ic}) ha un ruolo determinante per la definizione del volume di diluizione, all'interno del quale si ha la completa miscelazione dell'aria e degli agenti inquinanti. E' un valore che può essere misurato (misure in quota o satellitari) oppure si può ricavare da relazioni sperimentali che legano questa variabile con parametri meteorologici più facilmente rilevabili.

La lunghezza di Monin-Obukhov (L) è un indicatore del tipo di turbolenza: si esprime infatti tramite un rapporto tra la misura della turbolenza di origine meccanica e quella di origine termica.

L'output di AERMET viene elaborato da AERMOD per ottenere due record di parametri caratterizzanti il PBL: uno per i valori delle variabili meteorologiche al suolo ed i parametri di superficie (SURFACE.DAT), e l'altro per i profili verticali delle variabili più significative per il trasporto e la dispersione degli inquinanti (PROFILE.DAT) che sono:

- velocità del vento;

- direzione del vento;
- temperatura;
- gradiente di temperatura potenziale;
- turbolenza verticale;
- turbolenza orizzontale.

A questo punto, attraverso un'operazione simile alla media statistica, AERMOD effettua una conversione delle variabili disomogenee, rendendole uniformi: partendo dai profili verticali si ottengono singoli valori delle variabili meteorologiche, che vengono assunti come rappresentativi del loro andamento in tutto lo strato esaminato.

Il modello AERMOD è ampiamente riconosciuto e utilizzato a livello internazionale nell'ambito delle valutazioni di qualità dell'aria. In particolare, AERMOD è incluso tra i modelli raccomandati nell'ambito della Guideline on Air Quality Models dell'U.S. Environmental Protection Agency, riferimento tecnico consolidato per applicazioni in ambito autorizzativo e ambientale.

Tuttavia, i modelli AERMOD e CALPUFF rappresentano entrambi approcci consolidati nella pratica tecnico-scientifica internazionale. Tali modelli si basano su differenti schematizzazioni matematiche dei processi di dispersione (approccio stazionario nel caso di AERMOD e non stazionario nel caso di CALPUFF), ma risultano entrambi oggetto di estesa applicazione e validazione in letteratura tecnica e scientifica.

In particolare, diverse evidenze disponibili in letteratura scientifica confermano la robustezza e l'affidabilità del modello AERMOD per applicazioni di dispersione a scala locale. Gli studi di riferimento (Cimorelli et al., 2005) descrivono in modo dettagliato la base teorica del modello, evidenziando come AERMOD integri una rappresentazione avanzata dei processi fisici nello strato limite atmosferico, inclusi gli effetti della stabilità atmosferica, della turbolenza e dell'interazione con la topografia. La capacità predittiva del modello è stata inoltre oggetto di un ampio processo di validazione sperimentale: lo studio di Perry et al. (2005) ha confrontato le prestazioni di AERMOD rispetto a 17 dataset provenienti da campagne di misura in campo, evidenziando una buona capacità del modello di riprodurre sia le concentrazioni medie sia i valori di picco osservati, con prestazioni complessivamente coerenti con gli standard richiesti per applicazioni regolatorie.

Anche la documentazione tecnica dell'U.S. EPA sottolinea come AERMOD rappresenti il risultato di un processo pluriennale di sviluppo, verifica e aggiornamento continuo, fondato su criteri rigorosi di valutazione delle prestazioni e di confronto con dati osservati, a garanzia della sua affidabilità nelle applicazioni in ambito autorizzativo. Analogamente, studi e review più recenti (Shafie, 2025) confermano l'ampia diffusione del modello e la sua applicazione consolidata in contesti reali caratterizzati da sorgenti industriali puntuali, in cui AERMOD ha dimostrato una buona capacità di rappresentare i campi di concentrazione degli inquinanti in condizioni meteorologiche realistiche.

L'utilizzo di AERMOD è quindi da ritenersi metodologicamente appropriato e coerente con le principali prassi applicative. La rappresentatività e cautelatività dei risultati è inoltre garantita dall'impostazione conservativa adottata nella definizione degli scenari emissivi e delle condizioni di simulazione.

4.2 Dominio di calcolo

Il dominio meteorologico rappresenta l'area nella quale il pre-processore meteorologico AERMET ricostruisce le variabili meteorologiche necessarie per la simulazione della dispersione atmosferica. Il dominio di calcolo o di simulazione, *Sampling Domain*, rappresenta la matrice regolare di recettori alle cui posizioni il modello AERMOD calcola la concentrazione degli inquinanti simulati.

Il dominio di calcolo meteorologico (*meteorological grid*), nel quale è stato ricostruito il campo di vento corrisponde ad una griglia 20 x 20 km, centrata in corrispondenza dell'impianto ed orientata in modo che l'asse delle ordinate coincida con il nord. La risoluzione del dominio meteorologico è di 3000 m.

Il dominio di calcolo entro il quale sono state calcolate le ricadute al suolo degli inquinanti simulati (*sampling grid*) corrisponde invece ad una griglia 20 x 20 km, caratterizzato da una risoluzione spaziale pari a 125 m.

Il dominio temporale dello studio modellistico è definito come il periodo simulato dal modello; tale dominio è stato scelto coincidente con l'intero anno 2024 (8.760 ore).

4.3 Input al modello

4.3.1 Dati meteorologici

Per gli scenari diffusivi sono stati utilizzati dati orari elaborati dal modello MM5 (5th generation Mesoscale Model) forniti dalla Enviroware. Tali dati sono stati forniti già nel formato utilizzato dal AERMET sia per quanto riguarda i dati Surface che i dati Upper Air. Le serie di dati orari fornite dal modello MM5 sono relative ai seguenti parametri: Piovosità, Pressione, Velocità del Vento, Direzione del Vento, Umidità relativa, Temperatura, Altezza del primo strato di nubi, Copertura Nuvolosa Totale e Radiazione solare; oltre a questi sono stati forniti i dati sui profili verticali (Upper Air).

Il modello mesoscalare PSU/NCAR è un modello a coordinate sigma a seguire il terreno, a dominio limitato e non idrostatico o idrostatico (solo nella Versione 2), progettato per simulare o prevedere la circolazione atmosferica su scala mesoscalare e regionale. È stato sviluppato presso la Penn State e il NCAR come modello mesoscalare comunitario ed è continuamente migliorato grazie ai contributi degli utenti di diverse università e laboratori governativi.

Il modello mesoscalare NCAR/Penn State di quinta generazione (MM5) è l'ultima evoluzione di una serie di modelli derivata dal modello mesoscalare utilizzato da Anthes alla Penn State nei primi anni '70 e successivamente documentato da Anthes e Warner (1978). Da allora, ha subito numerose modifiche per ampliarne l'utilizzo. Tra queste vi sono:

- la capacità di nidificazione multipla,
- dinamiche non idrostatiche, che consentono l'uso del modello su scala di pochi chilometri,
- capacità di multitasking su macchine a memoria condivisa e distribuita,
- una capacità di assimilazione dati in quattro dimensioni
- un numero maggiore di opzioni fisiche.

Il modello (noto come MM5) è supportato da diversi programmi ausiliari, che insieme costituiscono il sistema di modellazione MM5.

I dati meteorologici terrestri e isobarici vengono interpolati orizzontalmente (programmi TERRAIN e REGRID) da una griglia latitudine-longitudine a un dominio ad alta risoluzione variabile, utilizzando una proiezione di tipo Mercatore, Lambert conforme o stereografica polare. Poiché l'interpolazione non fornisce dettagli mesoscalari, i dati interpolati possono essere migliorati (programmi RAWINS o little_r) con osservazioni provenienti dalla rete standard di stazioni di superficie e di radiosondaggio, utilizzando una tecnica di scansione successiva di Cressman o uno schema multiquadric. Il programma INTERPF esegue l'interpolazione verticale dai livelli di pressione al sistema di coordinate sigma di MM5. Le superfici sigma vicino al suolo seguono fedelmente il terreno, mentre le superfici sigma di livello superiore tendono ad approssimare le superfici isobariche. Poiché la risoluzione verticale e orizzontale, così come le dimensioni del dominio, sono variabili, i

programmi del pacchetto di modellazione utilizzano dimensioni parametrizzate che richiedono una quantità variabile di memoria centrale. Vengono inoltre impiegati alcuni dispositivi di archiviazione periferici.

Essendo MM5 un modello regionale, per l'esecuzione è necessario fornire una condizione iniziale e una condizione al contorno laterale. Per generare le condizioni al contorno laterali per un'esecuzione del modello, sono necessari dati grigliati che coprano l'intero periodo di integrazione del modello.

La verifica della rappresentatività dei dati meteorologici è stata effettuata confrontando i dati misurati dalla centralina più vicina al sito, ovvero quella di Corsico di ARPA Lombardia, con i dati simulati. In Figura 4-2 si riporta la rosa dei venti relativa all'anno 2024 (anno considerato nella simulazione), calcolata partendo dai valori di velocità e direzione di provenienza del vento calcolati dal modello MM5 ad una altezza di 10 m sulla verticale della nuova area di progetto.

In Figura 4-3 si riporta invece la rosa dei venti relativa all'anno 2024 calcolata partendo dai valori di velocità e direzione di provenienza del vento misurati dall'anemometro della stazione meteorologica Corsico della rete ARPA, centralina meteo più prossima all'area di progetto, situata a 8 km, per l'intero anno 2024.

Le condizioni meteorologiche rilevate presso la stazione di Corsico possono essere infatti ritenute rappresentative anche dell'area di progetto localizzata nel comune di Zibido San Giacomo, in quanto entrambe le aree ricadono nel medesimo contesto territoriale della Pianura Padana, caratterizzato da elevata omogeneità morfologica e assenza di elementi orografici rilevanti in grado di influenzare significativamente il campo di vento su scala locale.

Le similitudini della rosa dei venti calcolata da AERMOD in corrispondenza del sito con quella derivante dai dati misurati 2024 per l'interno anno testimonia la correttezza della simulazione eseguita.

Entrambe le rose evidenziano infatti una prevalenza delle direzioni di vento lungo l'asse est-ovest, coerente con il regime anemologico tipico della Pianura Padana, dove la circolazione dei venti è spesso canalizzata lungo la direttrice est-ovest a causa della morfologia del territorio.

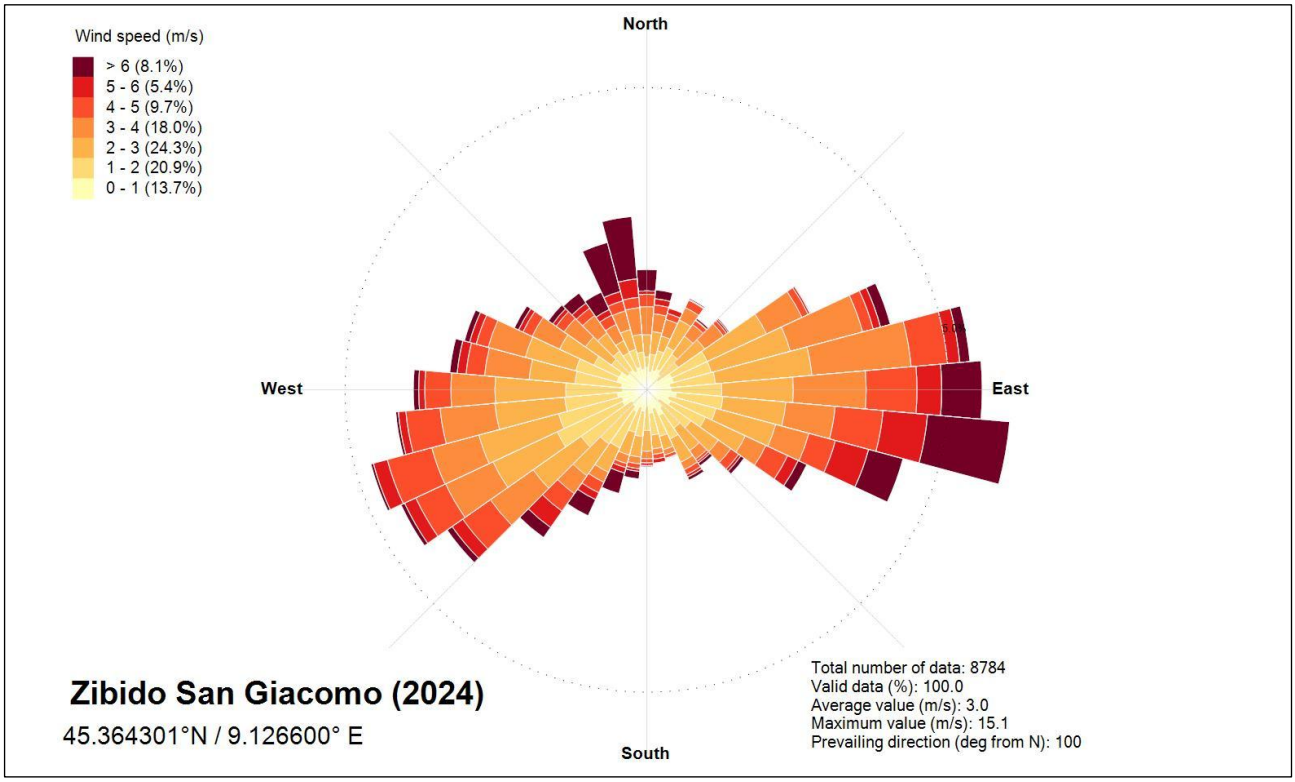


Figura 4-2 Rosa dei venti presso la nuova area di progetto anno 2024

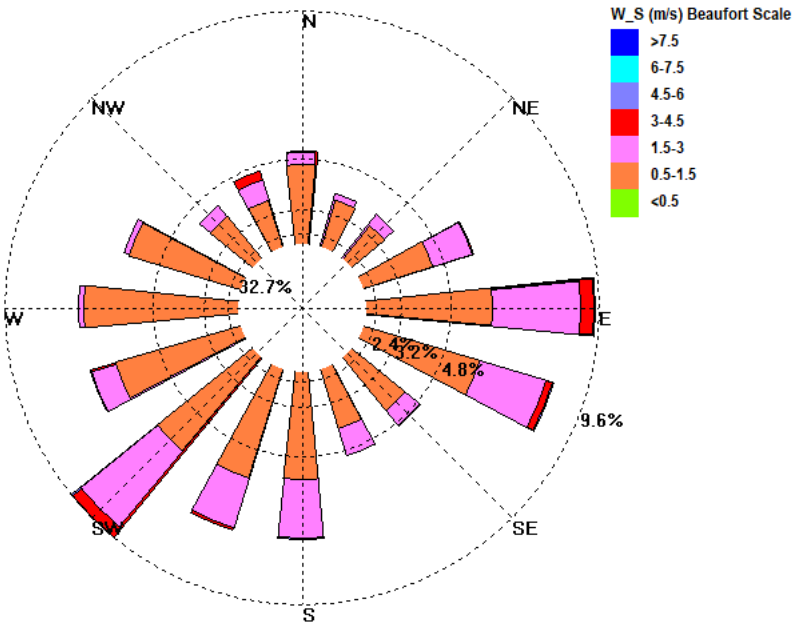


Figura 4-3 Rosa dei venti generata con i dati misurati dalla centralina meteo Corsico della rete ARPA - anno 2024

4.3.2 Orografia ed uso del suolo

Il punto centrale di ogni cella nel sampling domain rappresenta un ricettore, la cui quota sul livello del mare dipende dall'orografia locale ed è data dal Digital Elevation Model. Pertanto, il sistema modellistico AERMET-AERMOD richiede un'accurata caratterizzazione geofisica del dominio meteorologico. In particolare, il modello ha bisogno dei seguenti dati sito-specifici:

- Orografia;
- Uso del suolo.

L'orografia media locale è stata ricostruita a partire dal dataset SRTM dell'USGS con risoluzione spaziale di circa 90 m, mentre l'utilizzo prevalente del suolo è già integrato nei calcoli del modello MM5, utilizzando come dati di partenza l'archivio "Corine Land Cover" prodotto dall'European Environment Agency.

4.3.3 Sorgenti emissive

4.3.3.1 Fase di esercizio - Sorgenti convogliate

Le emissioni del Datacenter durante la normale operatività sono esclusivamente riconducibili agli impianti di generazione di energia elettrica di emergenza installati presso il sito per la configurazione futura come da progetto.

Presso il sito saranno installati n.19 generatori di emergenza, di cui:

- 16 generatori da 2,8 MWe;
- 3 generatore tipo "house".

Poiché il data center sarà collegato direttamente alla rete elettrica nazionale, questi generatori funzioneranno esclusivamente nei rari casi di interruzione dell'alimentazione elettrica.

I test di routine dei generatori saranno effettuati periodicamente, rigorosamente durante le ore diurne dal lunedì al venerdì, esclusi i fine settimana e i giorni festivi.

Nella figura seguente si riporta l'ubicazione prevista dei generatori di emergenza.

Figura 4-4 Ubicazione dei generatori di emergenza

Si riportano nella Tabella di seguito le caratteristiche geometriche ed emissive dei modelli di generatori identificati come peggiori dal punto di vista emissivo tra quelli considerati dal Proponente.

Oltre agli inquinanti tipici emessi da un generatore di emergenza, le simulazioni hanno incluso anche un flusso emissivo di ammoniaca (NH_3), al fine di tenere conto dello "slip" di NH_3 associato al sistema di abbattimento end-of-pipe specifico per gli ossidi di azoto, basato su tecnologia SCR con iniezione di AdBlue.

Le emissioni sono state assunte conservativamente pari a quelle di un carico dei generatori del 100%. Si riportano le schede tecniche dei generatori all'interno del documento *Confirm Letter + Schede generatori* (ref. *EIA-ARP-Annex-C-1*).

Parametro	*Unità di misura*	*Generatore da 2,8 MWe*	*Generatore di tipo "house"*
Numero di generatori	-	**16**	**3**
Temperatura dei fumi	°C	453	503
Velocità di uscita dei fumi	m/s	37,2	10,3
Diametro del camino	m	0,6	0,6
Altezza del camino	m	20	20
Portata dei fumi secchi @5% O_2	Nm^3/s	2,65	0,78
Concentrazione di PM nei fumi (@5% O_2)	mg/Nm^3	9,7	16,7
Concentrazione di NOx nei fumi con SCR (@5% O_2)	mg/Nm^3	100	100
Concentrazione di CO nei fumi (@5% O_2)	mg/Nm^3	100	100
Concentrazione di NH_3 nei fumi (@5% O_2)	mg/Nm^3	5	5
Concentrazione di SO_2 nei fumi (@5% O_2)	mg/Nm^3	0,7	0,7
Flusso di massa di PM nei fumi	g/s	0,026	0,013
Flusso di massa di NOx con SCR nei fumi	g/s	0,265	0,078
Flusso di massa di CO nei fumi	g/s	0,265	0,078
Flusso di massa di NH_3 nei fumi	g/s	0,013	0,004
Flusso di massa di SO_2 nei fumi	g/s	1,85E-03	5,48E-04

Tabella 4 – Caratteristiche geometriche ed emissive dei generatori

Le simulazioni hanno tenuto conto di emissioni relative all'impiego di gasolio tradizionale. Tuttavia, al fine di valutare il contributo emissivo in un'ottica migliorativa, sono state sviluppate ulteriori

simulazioni assumendo l'utilizzo di HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) come combustibile alternativo.

È stata quindi effettuata una revisione della letteratura tecnica disponibile e da documentazione specifica fornita dal costruttore dei generatori considerati nello studio[2]. Tali fonti evidenziano come l'utilizzo di HVO nei gruppi elettrogeni diesel comporti una riduzione marcata delle emissioni di particolato, mentre per gli altri inquinanti non si registra una diminuzione sostanziale. In particolare, le riduzioni di particolato osservate dallo studio si attesterebbero tra il 50 e l'80%, rispetto all'uso di gasolio tradizionale. Per conservatività, le simulazioni hanno tenuto conto di una riduzione del 50%.

4.3.3.2 Sorgenti non convogliate – fase di cantiere

Le principali fonti di emissione in atmosfera durante la fase di cantiere sono legate alle attività di scavo e movimentazione di terra, di carico del materiale di scavo sui mezzi di cantiere, nonché alle emissioni da traffico su gomma generate dai veicoli per il trasporto di materiale.

In particolare, il presente studio ha stimato le emissioni diffuse di polveri provenienti da:

- attività di scavo con carico terre sui mezzi di cantiere;
- risollevamento delle polveri dato dal transito dei mezzi di cantiere

La quantità di polveri generata delle operazioni di carico del materiale su autocarri è stata calcolata sulla base della metodologia AP-42 sviluppata dall'US-EPA (AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles), che considera anche il contributo del vento. Il fattore emissivo così determinato risulta pari a 0,3 g di polvere per tonnellata di materiale movimentato.

Per le attività di scavo, è stato invece utilizzato il fattore emissivo riportato nel capitolo 11.19.1 "Sand and Gravel Processing", corrispondente a 0,39 g di polvere per tonnellata di terra scavata, riferito a condizioni operative che prevedono l'umidificazione del materiale.

Infine, per determinare le emissioni per risospensione causate dal transito dei mezzi per il trasporto di materiali è stata adottata la metodologia AP42 della US-EPA (capitolo "Unpaved roads"). Considerando la bagnatura delle strade e quindi un valore di efficienza di abbattimento delle emissioni di polveri pari al 75%, si ottiene un fattore emissivo pari a 0,18 kg/ veicolo/ chilometro percorso.

Per ulteriori dettagli metodologici e di calcolo si rimanda al Capitolo 6 della valutazione degli impatti dello SPA.

Oltre alle polveri diffuse, lo studio ha stimato anche le emissioni allo scarico dei macchinari e dei mezzi impiegati durante la fase di cantiere, con riferimento ai principali inquinanti emessi dai motori diesel, ovvero CO, PM, SO_2 e NO_X. La quantificazione è stata effettuata utilizzando i fattori emissivi forniti dalla banca dati "SCAB Fleet Average Emission Factors" del 2025, applicati alle ore di funzionamento dei mezzi considerate nello scenario. La valutazione è stata condotta selezionando i mezzi potenzialmente più emissivi e quelli prevedibilmente impiegati per un numero maggiore di ore.

In particolare, è stato considerato il funzionamento in continuo delle pale caricatrici, per un totale di 4 mezzi operanti a rotazione, attivi 8 ore al giorno, per 5 giorni alla settimana, rappresentando

[2] HVO fuel proven (HVO Fuel Proven To Be Effective For Diesel Generator Sets, Rolls Royce)

un'ipotesi di utilizzo che non riflette il reale andamento delle attività di cantiere, ma che consente di descrivere una condizione emissiva di riferimento conservativa.

Di seguito si riportano i fattori emissivi dal database SCAB per i mezzi di cantiere considerati.

	CO	*NO2*	*SO2*	*PM*
Fattore emissivo (kg/h)	0,1379	0,1379	0,0008	0,0049

Tabella 5 – Fattori emissivi orari per pale caricatrici (Fonte: Database SCAB, 2025)

Tali fattori emissivi, tuttavia, non tengono in considerazione i diversi regimi e carichi ma si riferiscono solamente ad un funzionamento alla potenza nominale. Per tale ragione, per il calcolo delle emissioni totali orarie si è fatto riferimento a dei fattori di carico (load factor) che tengono conto dell'effetto del funzionamento al minimo, a carico parziale e delle condizioni operative transitorie. Il documento di riferimento per tali fattori è il Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling di US EPA[3] , che riporta i load factor per le varie tipologie di mezzi di cantiere. Per il caso in analisi, per le pale caricatrici (diesel rubber tired loaders), il documento suggerisce un load factor pari a 0,59. Le emissioni totali orarie per i mezzi di cantiere considerati, tenento conto del fattore di carico risultano essere i seguenti:

	CO	*NO2*	*SO2*	*PM*
Fattore emissivo (kg/h)	0,1048	0,0663	0,0002	0,0031

Tabella 6 – Fattori emissivi orari per pale caricatrici considerando il relativo load factor

4.3.3.3 Sorgenti da traffico – fase di cantiere

Le emissioni associate al traffico veicolare indotto dall'impianto sono state considerate esclusivamente nello scenario di cantiere, in quanto nella fase di esercizio del Data Center non sono attesi volumi di traffico rilevanti; i flussi previsti saranno infatti sostanzialmente limitati agli spostamenti del personale e ad accessi sporadici connessi alle attività di manutenzione.

La simulazione ha riguardato il tratto di strada di circa 2 km che include tutto il tratto di Via Longarone dal sito di progetto fino alla rotonda della strada Provinciale 139 dove il traffico si disperde.

La lunghezza del tratto è stata individuata in coerenza con l'impronta emissiva tipica delle sorgenti diffuse associate alle attività di cantiere. L'estensione selezionata consente di includere il contributo emissivo del traffico entro l'area di influenza delle principali sorgenti del cantiere, evitando al contempo di estendersi oltre porzioni di territorio in cui le altre emissioni risultano non significative ai fini modellistici. Si riporta il tratto simulato nella figura successiva.

[3] U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling, Report No. NR-005d, EPA-420-R-10-016, July 2010.

Figura 4-5 Tratto stradale simulato

Le emissioni generate dai gas esausti prodotti dallo scarico dei veicoli sono state calcolate in base ai fattori di emissione calcolati dal modello COPERT. COPERT (Computer Programme to calculate Emissions from Road Traffic), un programma di calcolo delle emissioni da traffico sviluppato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA, European Environment Agency) nell'ambito del programma CORINAIR. Si tratta di un modello disaggregato che consente di calcolare i valori delle emissioni per ogni categoria di veicolo (e.g. autovetture, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti), definita sulla base di una serie di parametri, tra cui carico trasportato, tipo di combustibile, condizioni di guida e pendenza della strada.

Le simulazioni hanno considerato le emissioni associate al transito di veicoli pesanti per il trasporto di terre e materiali. In particolare, è stato stimato un traffico di circa 25 veicoli al giorno, per un totale di 50 viaggi giornalieri. È stato inoltre assunto che il parco veicolare fosse composto per il 50% da mezzi conformi allo standard EURO VI e per il restante 50% da mezzi EURO V. Tale attività è stata conservativamente assunta protarsi per l'intera durata del cantiere.

Grazie alla possibilità prevista da AERMOD di modulare temporalmente l'emissione, la simulazione ha considerato le emissioni da traffico veicolare attive 5/7 giorni/settimana (dal lunedì al venerdì), considerando il transito dei mezzi pesanti nell'arco della giornata lavorativa.

Le emissioni associate al traffico leggero del personale non sono state incluse nella modellazione, poiché caratterizzate da modalità di guida regolari e da fattori emissivi significativamente inferiori rispetto a quelli dei mezzi pesanti impiegati nelle attività di cantiere.

Le seguenti Tabelle riportano le caratteristiche del traffico veicolare utilizzate nella simulazione e gli inquinanti e i fattori emissivi.

Tipologia di veicolo	**Veicoli commerciali pesanti**
Combustibile	Diesel
Classe di carico medio trasportato	28-32 ton
Velocità massima	40 km/h
Euro standard	EURO V – EURO VI
Ore di attività durante la giornata	8 ore (7:00 –15:00)
Numero di viaggi giornalieri	50
Fattore emissivo COPERT NO2	0,3666 g/km/v (EURO VI) 5,0706 g/km/v (EURO V)
Fattore emissivo COPERT CO	0,2050 g/km/v (EURO VI) 1,9772 g/km/v (EURO V)
Fattore emissivo COPERT PM	0,0058 g/km/v (EURO VI) 0,0599 g/km/v (EURO V)

Tabella 7 – caratteristiche del traffico veicolare per la categoria dei mezzi pesanti per il trasporto di terre e materiali

Per quanto riguarda le emissioni di polveri, si evidenzia che i fattori emissivi forniti dal database COPERT si riferiscono alle polveri totali, senza distinguere tra le diverse frazioni granulometriche. Per stimare le concentrazioni di PM10 e PM2.5, il modello ha adottato un approccio conservativo, assumendo che l'intera massa di polveri totali emesse dal traffico veicolare sia costituita, rispettivamente, da PM10 e da PM2.5. Per il calcolo di PM10 si è quindi considerato che il 100% delle polveri totali sia PM10, e analogamente, per il calcolo di PM2.5 si è assunto che il 100% delle polveri totali sia PM2.5.

Questa ipotesi comporta una sovrastima delle concentrazioni di particolato fine, poiché nella realtà PM10 e PM2.5 rappresentano solo una frazione delle polveri totali emesse.

4.4 Scenari emissivi

Nei seguenti paragrafi sono descritte le caratteristiche degli scenari emissivi in input alle simulazioni. Sono stati considerati due scenari che rappresentano le condizioni di esercizio del datacenter e si dividono principalmente in scenario di manutenzione e scenario di emergenza.

Infatti, i generatori saranno utilizzati per i test periodici che si svolgeranno solo nelle ore diurne, dal lunedì al venerdì (esclusi i fine settimana e i giorni festivi). Verrà testato un generatore alla volta. Di

base, il datacenter sarà collegato direttamente alla rete elettrica nazionale. Nella rara eventualità di un'interruzione di corrente, l'alimentazione di riserva sarà fornita dai generatori di emergenza.

Come illustrato nel paragrafo precedente, oltre agli scenari basati sull'utilizzo di gasolio convenzionale, sono stati considerati anche scenari alternativi che prevedono l'impiego di HVO (Hydrotreated Vegetable Oil), al fine di valutare le eventuali variazioni delle emissioni associate all'utilizzo di un combustibile a minore impatto ambientale.

Inoltre, è stato simulato uno scenario di cantiere che ha considerato le fasi più impattanti dal punto di vista emissivo, ovvero quelle che vedono gli scavi, la movimentazione di terre e materiali di scavo e il relativo traffico di mezzi pesanti e utilizzo delle attrezzature da cantiere.

4.4.1 Scenario di cantiere

Lo scenario considerato rappresenta la fase principale di opere civili, la fase di cantiere più gravosa in termini di emissione di polveri, stimata pari a 14 mesi, che vede le seguenti attività che generano emissioni:

- Scavi e movimentazione di terre e materiali da scavo;
- traffico di mezzi pesanti;
- emissioni dai gas di scarico dei macchinari operanti in cantiere;
- emissioni da risollevamento per movimentazione mezzi di costruzione.

La stima delle emissioni è stata condotta assumendo, in modo conservativo, la contemporanea presenza di tutte le attività sopra elencate. È stato infatti ipotizzato che tali lavorazioni si svolgano simultaneamente per l'intero periodo simulato, sebbene nella realtà operativa esse siano articolate in fasi distinte, con tempistiche solo parzialmente sovrapposte.

4.4.2 Scenario di manutenzione

Tale scenario simula le attività di manutenzione dei generatori programmate nel corso dell'anno.

E' importante notare come i generatori, che rappresentano l'unica sorgente emissiva di input al modello, siano un equipment ausiliario, in funzione unicamente per attività di manutenzione e controllo, per non più di 500 ore complessivamente, poiché durante le operazioni normali del data center, lo stesso è alimentato dalla rete elettrica.

Si riporta di seguito un'indicazione di massima della programmazione delle attività di manutenzione previste per ciascun generatore.

Tipo di test	Modalità	Descrizione
1 -Bisettimanale	0,5 ore per generatore (26 volte all'anno)	Considerare tutti i generatori in sito al 25% del carico. Un generatore testato alla volta (solo durante il giorno).
2 - Biannuale	1,5 ore per generatore, 2 volte all'anno	Considerare tutti i generatori in sito, operanti al 100% del carico. Un generatore testato alla volta (solo durante il giorno).

3 - Manutenzione	3 ore di funzionamento cumulativo nel corso dell'anno.	Considerare tutti i generatori in sito, operanti al 100% del carico. Un generatore testato alla volta (solo durante il giorno).

Tabella 8 - Attività di manutenzione programmate per ciascun generatore

Come riportato in Tabella, il programma di manutenzione prevede diverse tipologie di test, da effettuarsi su ciascun generatore nel corso dell'anno. Sono previsti test di cadenza bisettimanale, biannuale e annuale. Tali attività sono sempre svolte in modalità sequenziale, prevedendo il funzionamento di un generatore alla volta. Si precisa inoltre che non è prevista l'esecuzione di prove integrate a pieno edificio (black building test), che comportino l'accensione contemporanea di tutti i generatori per la manutenzione. Pertanto, tale condizione non rientra nelle modalità operative né nelle procedure di manutenzione del sito e non è stata considerata ai fini della modellazione, in quanto non rappresentativa delle effettive condizioni di esercizio previste.

Tuttavia, ai fini della modellazione atmosferica mediante il modello AERMOD, che opera su base oraria, le simulazioni del presente scenario hanno assunto, per ciascun evento di manutenzione, un tempo di funzionamento pari a un'ora. Tale assunzione rappresenta una semplificazione necessaria per rendere coerente la rappresentazione emissiva con la risoluzione temporale del modello. Inoltre, la manutenzione avviene un generatore alla volta, senza mai accensione contemporanea di più gruppi elettrogeni.

In ogni caso, i test programmati prevedono un funzionamento totale complessivo dei generatori inferiore a 500 ore/anno. Più precisamente, in base a quanto preliminarmente indicato in Tabella 8, si stimano 19 ore all'anno di manutenzione per ogni generatore.

Inoltre, per le simulazioni si è conservativamente tenuto conto di un carico dei generatori pari al 100%, nonostante nella realtà dei fatti, le attività di manutenzione verranno condotte operando i gruppi elettrogeni a carichi minori.

Tali ore sono state distribuite durante le ore diurne dei giorni lavorativi durante il corso dell'anno, sono nel modo più uniforme possibile, valutando quindi l'esercizio de gruppi stessi nelle diverse condizioni meteorologiche. In particolare, è stata simulata la manutenzione di due generatori al giorno al massimo, in una finestra temporale di 6 ore, dalle 10:00 alle 15:00 e solo nei giorni festivi. Nelle impostazioni del modello, queste ore sono state gestite tramite l'opzione delle emissioni variabili.

4.4.3 Scenario di emergenza

Lo scenario di emergenza testato simula un evento di blackout durante il quale il Data Center non può essere alimentato dalla rete elettrica nazionale. In questa fase quindi tutti i generatori di emergenza vengono attivati in contemporanea per soddisfare il fabbisogno energetico.

Tale scenario simula l'attivazione contemporanea di tutti i generatori presenti in sito per 72 ore consecutive. Tale impostazione risulta altamente cautelativa in quanto un evento di blackout di tale durata è da ritenersi altamente improbabile sulla base dei dati storici.

Si evidenzia che l'impostazione del modello è ulteriormente cautelativa in quanto, in fase di emergenza, due dei 17 generatori denominati "catcher" funzionano in condizione di carico minimo, ed entrano in funzione a pieno carico solo in caso di malfunzionamento degli altri generatori. Inoltre, anche in questo scenario, le emissioni considerate sono state conservativamente assunte pari a quelle di un carico dei generatori del 100%. Questo rappresenta lo scenario peggiore possibile, poiché è improbabile che tutti i generatori funzionino contemporaneamente a piena capacità.

Al fine di essere quanto più realistico e conservativo possibile, tale scenario ha visto la rappresentazione dell'episodio di emergenza di cui sopra, durante un normale anno solare nel quale avvengono tuttavia le consuete attività di manutenzione, andando così nei fatti a combinare lo scenario di manutenzione con un episodio di blackout che genera l'attivazione, per un periodo di 72 ore, di tutti i generatori.

Tramite un modello preliminare di screening basato sull'inquinante NO_2, è stato quindi identificato il momento peggiore a livello di condizioni meteo-diffusive nel dominio temporale di calcolo in cui potrebbe verificarsi un blackout e la conseguente accensione dei generatori per una durata di 72 ore. Questo periodo è risultato essere le 72 ore intorno alle 23.00 del 14/04/2024.

È opportuno sottolineare che lo scenario simulato non rappresenta una condizione realisticamente attesa, bensì una simulazione estremamente conservativa. L'assunzione cautelativa del modello assume infatti non solo il verificarsi simultaneo di un evento di blackout di durata di 3 giorni, evento di per sé estremamente improbabile ma anche che tale evento coincida con le 72 ore consecutive meteorologicamente più sfavorevoli dell'anno per la dispersione degli inquinanti.

4.5 Building Downwash

La simulazione ha tenuto conto del fenomeno noto con il nome di "*effetto edificio*", o "*building downwash*" in quanto il pennacchio dei fumi emessi dal camino può essere richiamato al suolo dalle turbolenze indotte dalla forza del vento sugli ostacoli, con una conseguente elevata concentrazione di inquinanti presso il suolo.

Se il pennacchio emesso subisce l'influenza idrodinamica dell'edificio, nel modello di simulazione vengono inseriti dei fattori correttivi che modificano i parametri di dispersione ed innalzamento del pennacchio. I risultati di molti esperimenti in galleria a vento hanno mostrato con precisione quale tipo di perturbazione ha luogo in presenza di edifici. Una visione complessiva di ciò che si verifica, se per semplicità si considera un edificio a forma di parallelepipedo, è riassunta nella Figura 4-6.

Sopravvento all'edificio, il profilo verticale della velocità media del vento presenta normalmente il tipico andamento circa logaritmico con la quota. Ciò che si viene a creare è (Hanna e al., 1982):

- una zona di stagnazione in corrispondenza della faccia sopravvento dell'edificio, che si estende dal suolo a circa 2/3 dell'altezza dell'edificio stesso;
- una zona di ricircolazione posta sulla sommità del parallelepipedo ed in corrispondenza delle facce laterali parallele alla direzione del vento;
- una zona immediatamente a valle della faccia sottovento, che rappresenta una cavità turbolenta causata dalla scia dell'edificio dove si instaura una circolazione vorticosa in media stagnante;
- una zona di scia turbolenta dove sono localizzate le principali perturbazioni al flusso, la quale, però, comincia a sottrarsi alla cavità e ricomincia a disporsi sempre più in una situazione simile a quella imperturbata.

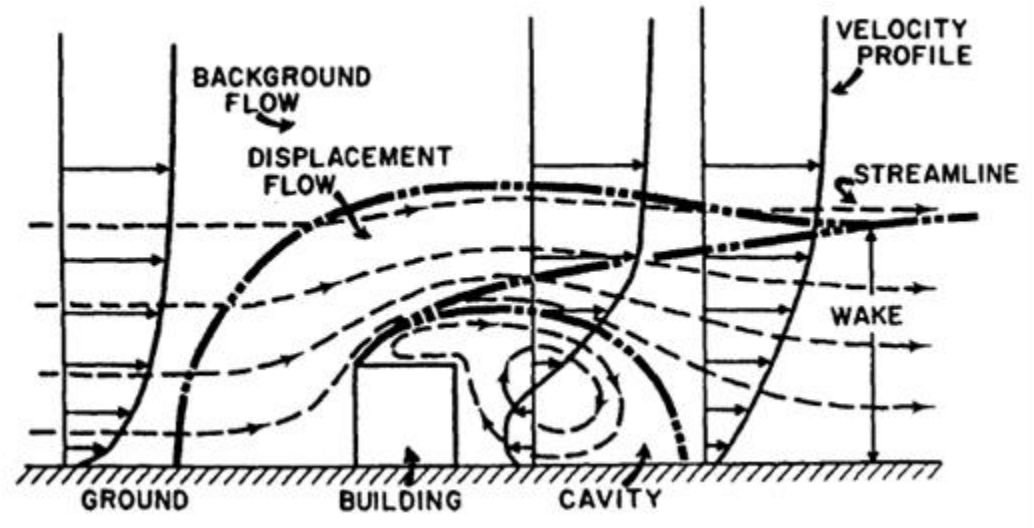


Figura 4-6 Perturbazione del Flusso delle Masse d'Aria in Presenza di un Edificio (Fonte: APAT)

Scopo dell'analisi descritta nel seguito è di verificare se sussistono le condizioni tali per cui è necessario implementare l'opzione "building downwash" nell'esecuzione del codice di calcolo del modello di simulazione.

Al fine di valutare se un edificio è sufficientemente vicino ad un camino tanto da generare effetti di scia si utilizza la relazione:

$$D \leq 5L_b$$

Dove:

- D è la distanza che intercorre tra l'edificio ed il camino;
- L_b è il minimo tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In definitiva, si può escludere che un edificio possa generare effetto building downwash se il camino non ricade all'interno del rettangolo costruito come proposto in Figura 4-7 attorno all'edificio.

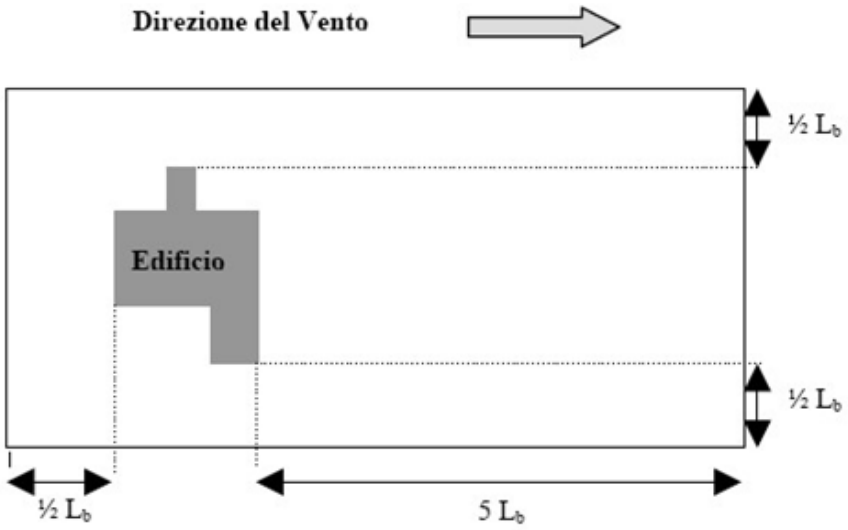


Figura 4-7 Definizione del Rettangolo Critico di Influenza di un Edificio (Fonte: APAT)

Se la condizione sopra proposta non è verificata, è impossibile escludere la presenza di possibili effetti di scia. Per poterne quindi valutare l'influenza, si procede al calcolo dell'innalzamento del pennacchio all'equilibrio, usando differenti formulazioni a seconda delle condizioni di stabilità dell'atmosfera.

Un camino posto all'interno del rettangolo critico non è praticamente influenzato dalla presenza dell'edificio se è soddisfatta la seguente disequazione:

$$H_e > H + 1{,}5 L_b$$

Dove:

- H_e = rappresenta l'innalzamento del pennacchio all'equilibrio;
- H = è l'altezza dell'edificio;
- L_b = è la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In caso contrario, il pennacchio emesso subisce l'influenza idrodinamica dell'edificio che viene normalmente modellizzato, soprattutto nei modelli Gaussiani a Plume, inserendo dei fattori correttivi che modificano i parametri di dispersione e innalzamento del pennacchio.

In ogni caso, si ammette che per camini medi l'effetto edificio sia trascurabile per velocità di uscita superiori a 5 volte la velocità del vento, mentre per grandi camini l'effetto è spesso trascurabile già per velocità di uscita pari a 1,5 volte la velocità del vento. Il valore esatto della minima velocità di uscita tale da garantire il non manifestarsi della condizione di downwash dipende dalle condizioni specifiche del sito, ma per un camino di grandi dimensioni un valore pari al doppio della velocità del vento appare ragionevole.

La presenza di effetto building downwash è stata considerata nel presente studio modellistico, tenendo conto dell'effetto perturbante provocato dagli edifici del Data Center e dei generatori sulle emissioni rilasciate dalle sorgenti emissive simulate. In particolare, sono stati considerati gli edifici raffigurati di seguito.

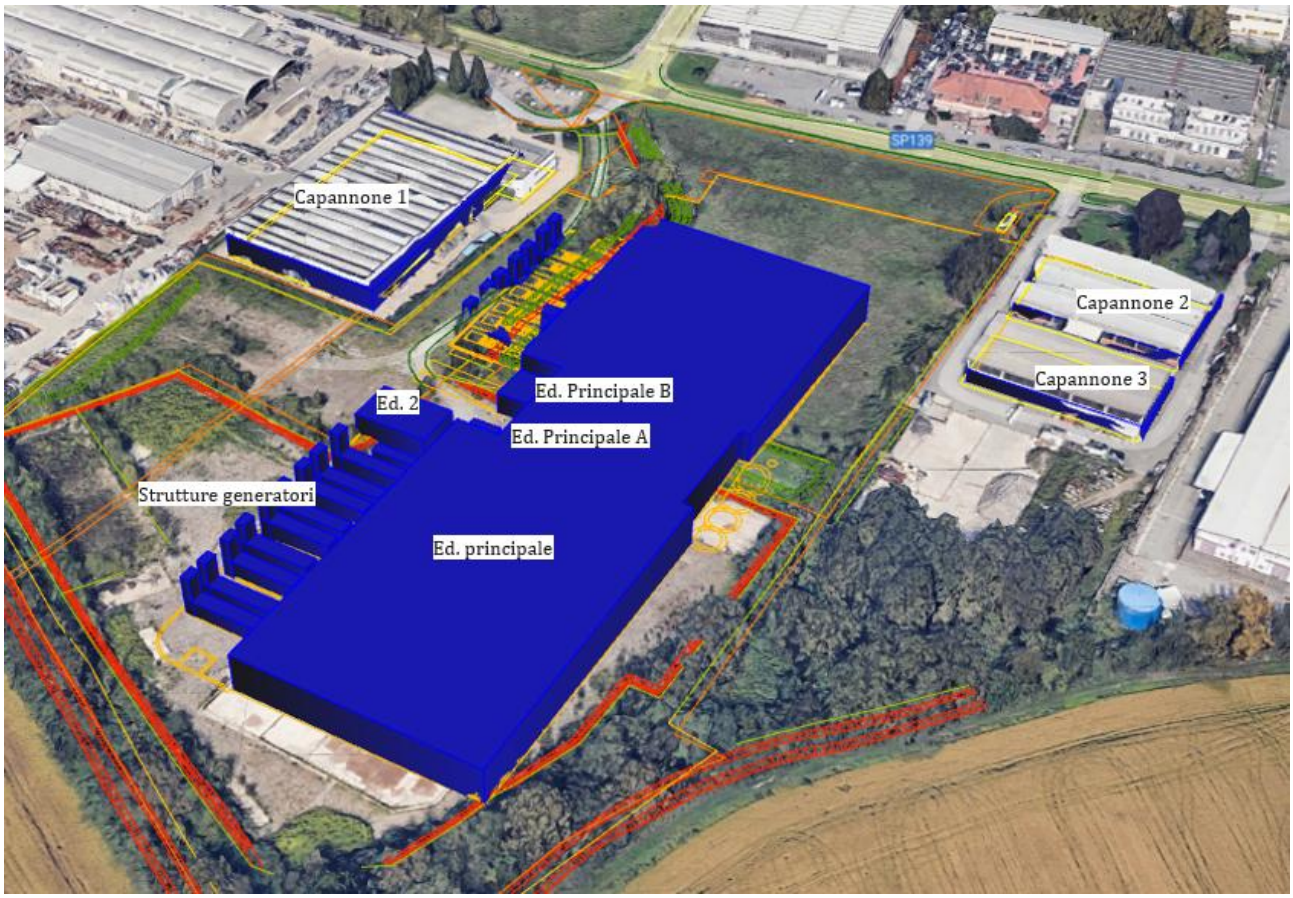


Figura 4-8 Posizione degli edifici considerati per il building downwash

Si riportano di seguito le coordinate dei vertici e le altezze degli edifici considerati.

Edificio	WGS84 UTM 32N X (m)	WGS84 UTM 32N Y (m)	Altezza (m)
Ed. principale	509876	5023432	12,2
	509887	5023425	
	509903	5023453	
	509892	5023459	
	509930	5023523	
	509988	5023488	
	509951	5023424	
	509948	5023426	
	509932	5023399	
	509934	5023397	
	509885	5023314	

Edificio	WGS84 UTM 32N X (m)	WGS84 UTM 32N Y (m)	Altezza (m)
	509827	5023349	
	509876	5023432	
Ed. Principale A	509876	5023432	
	509880	5023438	
	509887	5023434	7,3
	509883	5023427	
	509876	5023432	
	509897	5023443	
	509886	5023449	
Ed. Principale B	509892	5023459	7,3
	509903	5023453	
	509897	5023443	
	509899	5023521	
Strutture generatori	509901	5023524	
	509919	5023514	
	509917	5023510	
	509896	5023515	
Strutture generatori	509898	5023519	
	509916	5023509	
	509913	5023505	
	509892	5023508	
Strutture generatori	509894	5023511	7
	509911	5023501	
	509909	5023497	
	509888	5023502	
Strutture generatori	509890	5023506	
	509908	5023496	
	509906	5023492	
Strutture generatori	509884	5023495	
	509886	5023498	

Edificio	WGS84 UTM 32N X (m)	WGS84 UTM 32N Y (m)	Altezza (m)
	509903	5023488	
	509901	5023484	
Strutture generatori	509881	5023489	
	509883	5023493	
	509900	5023482	
	509898	5023479	
Strutture generatori	509876	5023481	
	509878	5023485	
	509896	5023474	
	509893	5023471	
Strutture generatori	509854	5023428	
	509856	5023431	
	509866	5023425	
	509864	5023422	
Strutture generatori	509844	5023427	
	509846	5023431	
	509863	5023420	
	509861	5023417	
Strutture generatori	509839	5023419	
	509841	5023423	
	509859	5023412	
	509857	5023409	
Strutture generatori	509836	5023414	
	509838	5023417	
	509856	5023407	
	509853	5023403	
Strutture generatori	509831	5023406	
	509833	5023409	
	509851	5023399	
	509849	5023395	

Edificio	WGS84 UTM 32N X (m)	WGS84 UTM 32N Y (m)	Altezza (m)
Strutture generatori	509828	5023401	
	509830	5023404	
	509848	5023394	
	509846	5023390	
Strutture generatori	509824	5023393	
	509826	5023396	
	509843	5023386	
	509841	5023382	
Strutture generatori	509820	5023387	
	509823	5023391	
	509840	5023381	
	509838	5023377	
Strutture generatori	509816	5023380	
	509818	5023383	
	509835	5023373	
	509833	5023369	
Strutture generatori	509813	5023374	
	509815	5023378	
	509832	5023367	
	509830	5023364	
Ed. 2	509856	5023452	6,9
	509874	5023442	
	509867	5023430	
	509849	5023441	
Capannone 1	509806	5023522	7
	509850	5023494	
	509892	5023564	
	509850	5023591	
Capannone 2	510046	5023519	4,5
	510090	5023494	

Edificio	WGS84 UTM 32N X (m)	WGS84 UTM 32N Y (m)	Altezza (m)
	510072	5023466	
	510030	5023490	
Capannone 3	510026	5023482	4
	510068	5023457	
	510055	5023436	
	510013	5023461	

4.6 Assunzioni modellistiche

4.6.1 Deposizione secca e umida

Il modello non tiene conto delle deposizioni secche e umide e delle reazioni chimiche degli inquinanti che nella realtà avvengono e che sono responsabili di una riduzione delle concentrazioni di macroinquinanti nell'atmosfera. Pertanto, i risultati sovrastimano il probabile contributo effettivo delle sorgenti emissive. L'approccio fornisce un quadro conservativo massimizzando i valori di concentrazione modellati degli inquinanti nel dominio di campionamento.

4.6.2 Polveri

Per quanto riguarda le polveri, dato che il valore di input non distingue tra PM10 e PM2,5, si è deciso di assumere la totalità del particolato emesso, distintamente, in primo luogo come PM10 e in secondo luogo come PM2,5. I risultati simulati per il PM sono stati quindi confrontati separatamente con il valore limite per il PM10 e con quello per il PM2,5.

4.6.3 Percentuale di ossidazione dell'ossido nitrico in biossido di azoto

Durante il processo di combustione si generano due inquinanti a base di azoto:

- Biossido di azoto (NO_2);
- Monossido di azoto (NO).

NO_2 è l'inquinante di interesse dal punto di vista della salute, poiché è considerato il più tossico dei due, mentre il NO è in gran parte inerte. Le emissioni dal camino saranno inizialmente composte principalmente da NO, ma attraverso varie reazioni chimiche che avverranno nell'atmosfera, una parte del NO sarà convertita in NO_2. Questo avviene perché le reazioni chimiche richiedono tempo per verificarsi e anche perché coinvolgono altri prodotti chimici atmosferici come l'ozono, un processo che limiterà la velocità della reazione e quindi la generazione di NO_2. La conversione del NO in NO_2 è in parte una funzione della quantità di ozono nell'aria ambiente e del tempo di percorrenza del pennacchio nell'atmosfera (con il tempo, più ozono viene intrappolato nel pennacchio e quindi può avvenire una maggiore conversione).

Nello studio attuale la conversione è stata effettuata mediante procedura ARM2, sviluppata da AUS-EPA e basata sul perfezionamento della metodologia ARM (Ambient Ratio Method)

ARM2 permette di definire il rapporto NO2/NOx utilizzando la seguente funzione polinomiale:

$$y = a * x^6 + b * x^5 + c * x^4 + d * x^3 + e * x^2 + f * x + g$$

dove:

- y = rapporto NO2/NOx da cui NO2 = y*NOx
- x = concentrazione di NOx calcolata dal modello
- a,b,c,d,e,f,g = coefficienti costanti della funzione interpolante i cui valori sono riportati nella tabella seguente:

Coefficiente	Per NO_x espressi in $\mu g/m^3$
a	$-1{,}1723*10^{-17}$
b	$4{,}2795*10^{-14}$
c	$-5{,}8345*10^{-11}$
d	$3{,}4555*10^{-08}$
e	$-5{,}6062*10^{-06}$
f	$-2{,}7383*10^{-03}$
g	1,2441

Tabella 9 – Coefficienti per equazione polinomiale ARM2 (fonte US EPA)

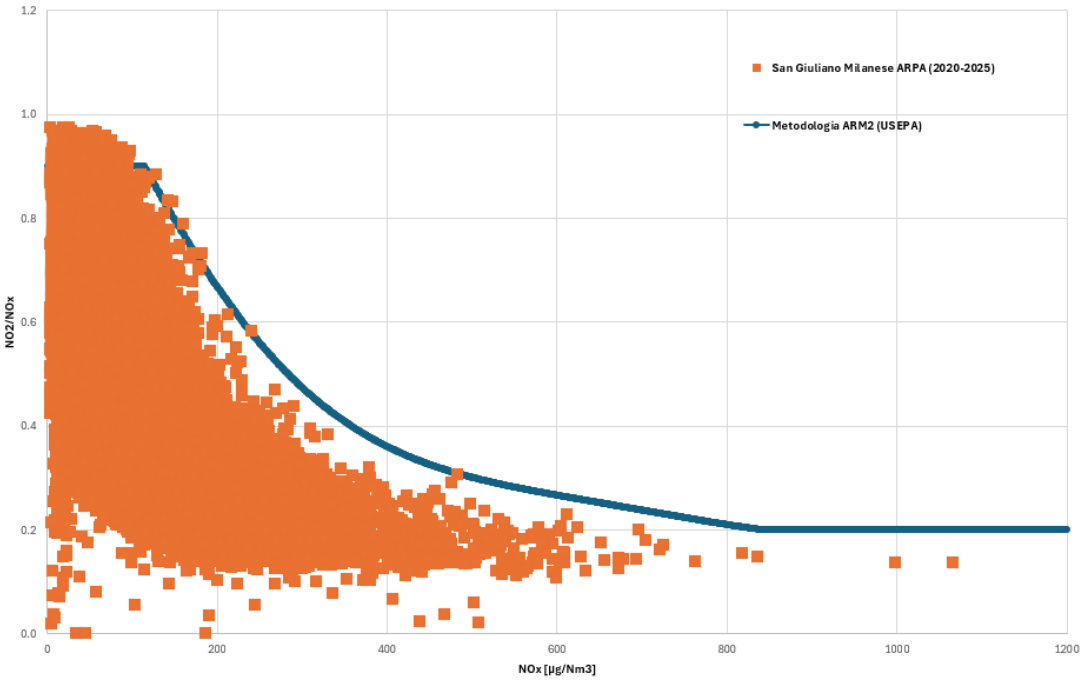
L'analisi dettagliata del procedimento che ha portato allo sviluppo della procedura ARM2 è descritto nella pubblicazione *Ratio Method Version 2 (ARM2) for use with AERMOD for 1-hr NO2 Modeling.*

La procedura ARM2, secondo le indicazioni EPA riportate nella pubblicazione citata, è applicabile per valori del rapporto NO_2/NO_x compresi nell'intervallo [0,2 – 0,9].

Come consigliato dalle linee guida ARPA Lombardia "Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera", al fine di valutarne l'efficacia per l'area in esame, i risultati ottenuti tramite il metodo ARM2 devono essere confrontati con le concentrazioni misurate dalle centraline di monitoraggio più prossime all'area di progetto.

Tale analisi è stata condotta confrontando il rapporto NO_2/NOx stimato con il metodo ARM2 con le concentrazioni misurate nel periodo 2020-2025 dalla centralina di monitoraggio ARPA di Giuliano Milanese, la più prossima al sito in progetto, posta a circa 13 km a est.

La Figura seguente mostra come il rapporto NO2/NOx stimato con il metodo ARM2 sia confrontabile e cautelativo rispetto a quello ottenuto tramite le concentrazioni misurate dalla centralina di Giuliano Milanese.



Considerata l'assenza di centraline di monitoraggio della qualità dell'aria in prossimità del Comune di Zibido San Giacomo e tenuto conto che l'area di San Giuliano Milanese presenta caratteristiche di qualità dell'aria analoghe a quelle del contesto territoriale di Zibido San Giacomo, l'analisi sopra richiamata può ritenersi rappresentativa e, pertanto, valida anche per l'area di studio del presente progetto.

4.6.4 Algoritmo di innalzamento del pennacchio

Nel presente studio modellistico è stato attivato l'algoritmo di innalzamento del pennacchio per tutte le sorgenti emissive considerate. Tale configurazione consente al modello di stimare dinamicamente l'elevazione del pennacchio in funzione delle caratteristiche termodinamiche dei fumi (in particolare le elevate temperature di uscita), delle condizioni meteorologiche locali e della stabilità atmosferica, garantendo una rappresentazione realistica e cautelativa della dispersione.

5. Risultati del sistema modellistico

Nei seguenti paragrafi sono riportati i risultati dello studio modellistico in termini di concentrazioni a livello del suolo degli inquinanti emessi dai vari camini per ciascuno scenario, come specificato precedentemente.

I risultati sono presentati coerentemente con i parametri statistici previsti dalla normativa applicabile in funzione dei periodi di mediazione normati e in aggiunta con le linee guida europee.

Gli output generati dal modello sotto forma di matrici di valori georeferenziati sono stati elaborati con il software ARCGIS (ESRI) specifico per operazioni di interpolazioni geostatistiche.

Il risultato di tale operazione è mostrato nelle successive figure riportate nei seguenti paragrafi, le quali riportano le mappe di isococentrazione delle massime ricadute al suolo per i diversi inquinanti simulati. Tali mappe riportano inoltre, l'ubicazione di alcuni recettori sensibili individuati nelle vicinanze dell'area di Progetto, in un raggio di circa 3 km. Si riporta in Figura 5-2 e nella Tabella 10 di seguito l'elenco di tali recettori con la loro localizzazione.

Per facilitare l'interpretazione delle mappe di isoconcentrazione e contestualizzare spazialmente i risultati modellistici, mostrando in modo chiaro dove si collocano i massimi di ricaduta simulati rispetto alle diverse tipologie di territorio, è stata inserita una mappa dell'uso prevalente del suolo (Figura 5-1), derivata dall'archivio "Corine Land Cover" prodotto dall'European Environment Agency.

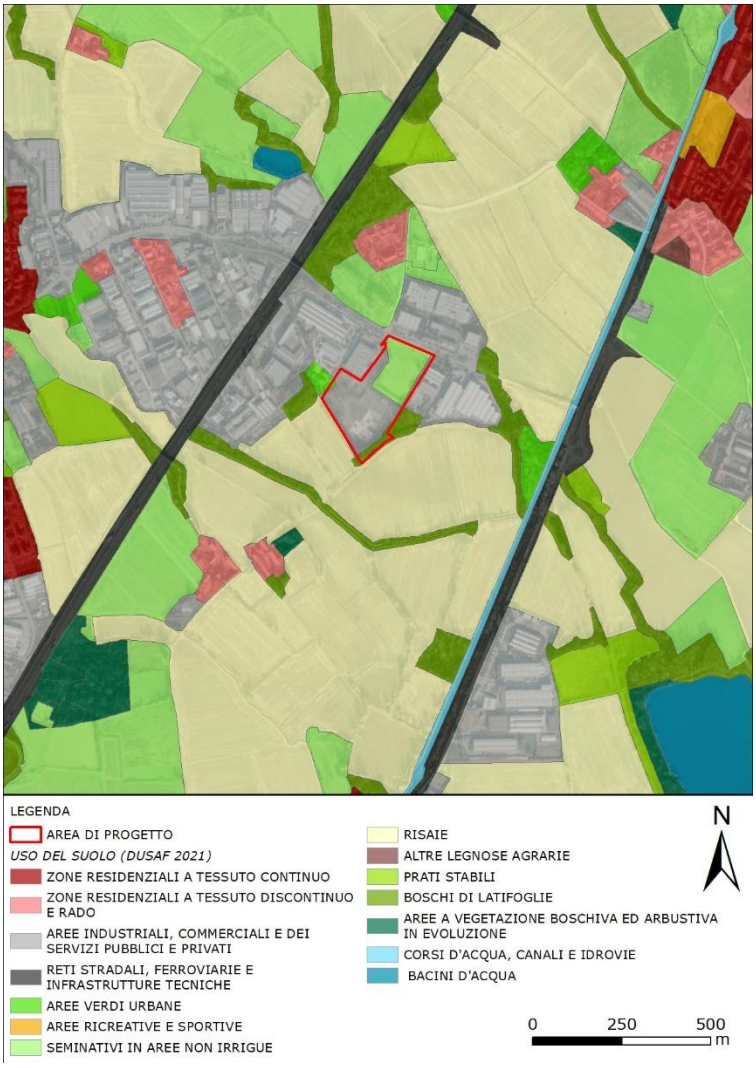


Figura 5-1 Mappa di Uso del Suolo nell'area di Progetto (fonte: Archivio Corine Land Cover)

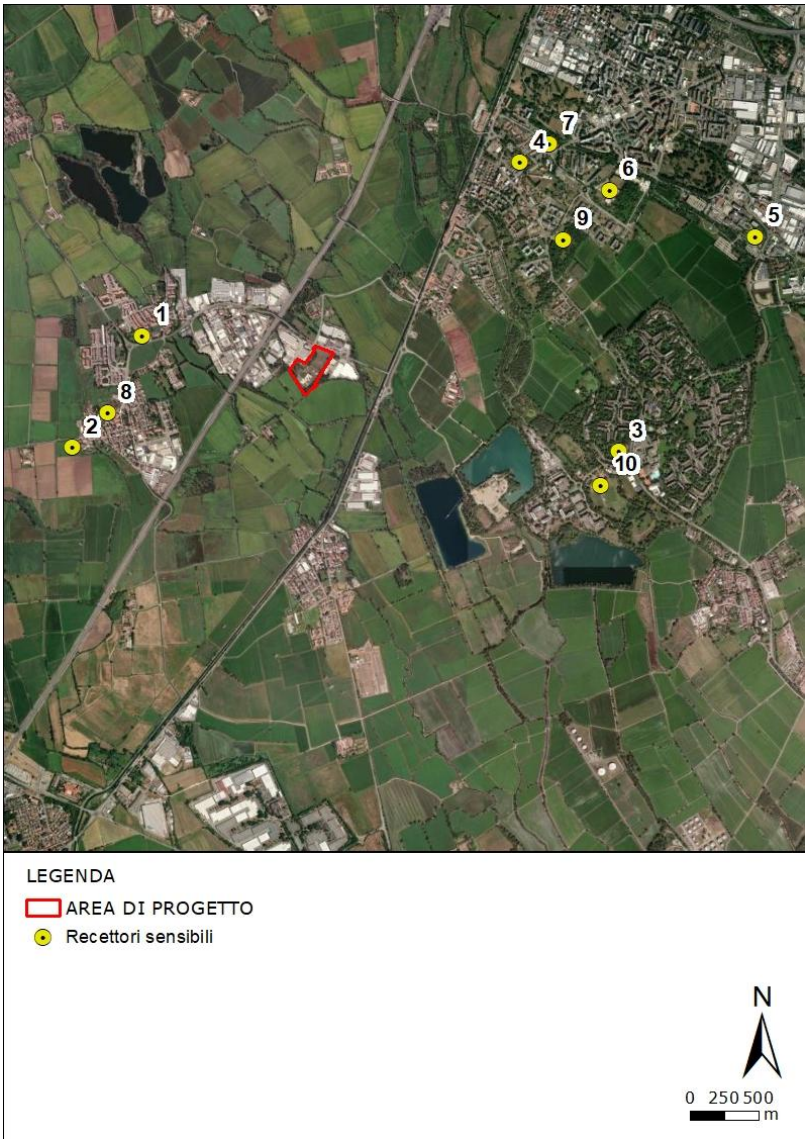


Figura 5-2 Localizzazione dei recettori sensibili individuati nelle vicinanze dell'area di progetto

ID recettore	WGS84 UTM 32N X (m)	WGS84 UTM 32N X (m)	Tipo recettore
R1	508689,1	5023682,4	Scuola
R2	508187,8	5022880,4	Scuola
R3	512114,2	5022852,3	Scuola
R4	511405,8	5024931,5	Scuola
R5	513095,4	5024394,5	Ospedale
R6	512048,3	5024729,3	Scuola
R7	511616,4	5025061,5	RSA
R8	508438,9	5023128,8	Campo Sportivo
R9	511719,3	5024373,6	Campo Sportivo

ID recettore	WGS84 UTM 32N X (m)	WGS84 UTM 32N X (m)	Tipo recettore
R10	511988,2	5022607,0	Campo Sportivo

Tabella 10 – Localizzazione dei recettori sensibili individuati nelle vicinanze dell'area di progetto

Oltre al contributo del progetto, si riportano i valori finali di concentrazione considerando il background ambientale. Dato che non sono presenti centraline di qualità dell'aria all'interno del dominio simulato, si è fatto riferimento ai valori simulati a scala comunale da ARPA Lombardia[4]. Per il comune di Zibido San Giacomo, gli unici valori disponibili sono le medie giornaliere pesate sul territorio comunale relative a PM10, PM2.5 e NO_2. Tali valori simulati derivano da elaborazioni modellistiche basate su inventari emissivi a scala territoriale e possono essere assunti come rappresentativi di un livello di fondo già cumulativo e comprensivo di tutte le principali pressioni emissive insistenti sul territorio. Ai fini della determinazione delle concentrazioni finali, sono state estratte le medie annue dai valori medi giornalieri simulati da ARPA a scala comunale e sono stati sommati al massimo valore di concentrazione simulato dal modello di questo studio all'esterno del perimetro di sito.

Il confronto tra il contributo stimato del progetto e tali livelli di fondo consente quindi di valutare l'incidenza aggiuntiva dell'intervento rispetto ad una situazione ambientale che riflette il contributo integrato delle sorgenti presenti a livello comunale. Si riporta tale analisi nei paragrafi seguenti.

5.1 Scenario di cantiere

Nella tabella che segue sono mostrati i valori risultanti dalle simulazioni, confrontati con i limiti imposti dalla normativa italiana e dalle linee guida europee. Per ogni inquinante e per ogni limite è stato valutato il valore massimo fuori dal perimetro del sito sul periodo di pesatura richiesto dal limite stesso.

Inquinante	Periodo di mediazioni	Normativa	Valore limite µg/m3	Valore massimo calcolato al di fuori del perimetro del sito µg/m3
NO_2	4° Valore Massimo Orario	EU 2024/2881	200	129,52
	19° Valore massimo giornaliero	EU 2024/2881	50	6,74
	19° Valore Massimo Orario	D.lgs 155	200	70,38

[4] https://www.arpalombardia.it/temi-ambientali/aria/form-richiesta-dati-stime-comunali/

Inquinante	Periodo di mediazioni	Normativa	Valore limite µg/m3	Valore massimo calcolato al di fuori del perimetro del sito µg/m3
	Massimo sull'anno civile	D.lgs 155/EU 2024/2881	40/20	1,59
CO	Massimo della media 8h	D.lgs 155	10000	70,47
PM10 e PM2.5	36° Valore massimo giornaliero (PM10)	D.lgs 155	50	3,66
	Massimo sull'anno civile (PM10)	D.lgs 155/EU 2024/2881	40/20	1,71
	19° Valore massimo giornaliero	EU 2024/2881	45 (PM10) 25 (PM2.5)	5,75
	Massimo sull'anno civile (PM2.5)	D.lgs 155/EU 2024/2881	25/10	1,71
SO_2	25° Valore massimo orario	D.lgs 155	350	0,23
	4° Valore Massimo Giornaliero	D.lgs 155	125	0,034
	4° Valore Massimo Orario	EU 2024/2881	350	0,44
	Massimo sull'anno civile	D.lgs 155/EU 2024/2881	20	0,0057

Tabella 11 – Risultati modellistici per lo scenario di cantiere su tutti gli inquinanti e confronto con i limiti da normativa

Come si evince dai valori riportati in Tabella, i valori massimi simulati sono al di sotto dei limiti di legge e quasi tutti di due o più ordini di grandezza più piccoli, ad eccezione dei valori di short term del biossido di azoto, che risultano di un ordine inferiore o dello stesso ordine di grandezza. Inoltre, come visibile dalle mappe riportate di seguito, i massimi ricadono dentro il perimetro di impianto e nelle immediate vicinanze, in zone a destinazione industriale o agricola, prive di recettori sensibili e di presenza umana stabile.

Si sottolinea, tuttavia, che la costruzione dello scenario è stata condotta assumendo, in modo conservativo, che tutte le attività di cantiere previste per la fase degli scavi avvengano contemporaneamente e si svolgano in continuo per tutta la durata della giornata lavorativa.

Nelle tabelle di seguito si riporta inoltre il contributo massimo del progetto all'esterno del perimetro del sito rispetto ai valori medi annui stimati dalle medie giornaliere simulate da ARPA Lombardia a scala comunale (nel comune di Zibido San Giacomo). Tali valori derivano da elaborazioni modellistiche basate su inventari emissivi a scala territoriale e possono essere assunti come rappresentativi di un livello di fondo già cumulativo e comprensivo di tutte le principali pressioni emissive insistenti sul territorio.

Il confronto tra il contributo stimato del progetto e tali livelli di fondo consente quindi di valutare l'incidenza aggiuntiva dell'intervento rispetto ad una situazione ambientale che già riflette il contributo integrato delle sorgenti presenti a livello comunale.

Inquinante	Contributi	Valore di concentrazione µg/m3
NO_2	Valore di media annua simulato a scala comunale da ARPA [µg/m^3]	22,2
	Contributo Progetto - media annua – fase cantiere [µg/m^3]	1,59
	Valore cumulato: Background + contributo del progetto	**23,79**
PM10	Valore di media annua simulato a scala comunale da ARPA [µg/m^3]	28,2
	Contributo Progetto - media annua – fase di cantiere [µg/m^3]	1,71
	Valore cumulato: Background + contributo del progetto	**29,91**
PM2.5	Valore di media annua simulato a scala comunale da ARPA [µg/m^3]	17,9
	Contributo Progetto - media annua – fase di cantiere [µg/m^3]	1,71
	Valore cumulato: Background + contributo del progetto	**19,61**

Tabella 12 – Contributo del modello sul background ambientale – stima a scala comunale di ARPA

In tutti i casi analizzati, i contributi del progetto risultano estremamente contenuti rispetto ai livelli di fondo, risultando in un valore cumulato (background+contributo del progetto) di fatto coincidente con il valore di background.

Pertanto, il contributo del progetto durante la fase di cantiere si conferma trascurabile e tale da non determinare variazioni significative della qualità dell'aria a scala locale.

I valori massimi predetti in corrispondenza dei recettori sensibili sono riportati in Tabella 13.

ID recettore	NO_2			CO	PM10=PM2.5		SO_2		
	4° Valore Massimo Orario	19° Valore Massimo Orario	Massimo sull'anno civile	Massimo della media 8h	Massimo sull'anno civile	Massimo giornaliero	25° Valore Massimo Orario	4° Valore massimo orario	Massimo sull'anno civile
R_1	9,27	4,22	0,11	2,14	0,014	1,10554	0,0049	0,0078	5,00E-05
R_2	3,57	1,32	0,012	2,63	0,011	1,23677	0,0037	0,012	4,00E-05
R_3	3,43	0,75	0,0074	1,28	0,0051	0,37834	0,0023	0,011	2,00E-05
R_4	5,03	0,93	0,0089	1,98	0,0081	0,58851	0,0028	0,017	3,00E-05
R_5	0,67	0,41	0,0040	0,93	0,0033	0,44173	0,0011	0,0020	1,00E-05
R_6	1,31	0,61	0,0046	0,56	0,0022	0,15545	0,0018	0,0028	1,00E-05
R_7	4,65	0,74	0,0076	1,60	0,0065	0,36354	0,0022	0,015	3,00E-05
R_8	5,13	1,78	0,017	2,29	0,013	1,31031	0,0050	0,017	5,00E-05
R_9	1,68	0,92	0,0069	0,98	0,0031	0,20171	0,0027	0,0054	2,00E-05
R_10	2,30	0,85	0,0075	1,05	0,0051	0,28327	0,0026	0,0073	2,00E-05

Tabella 13 – Risultati del modello ai recettori sensibili per gli inquinanti simulati – scenario di cantiere (valori in µg/m^3)

Anche presso i recettori sensibili, le massime concentrazioni simulate di tutti gli inquinanti risultano ampiamente inferiori ai limiti di legge.

Anche in questo caso, facendo un confronto con soglie di riferimento definite dall'UK Environmental Agency, tutti i valori, sia a breve termine che lungo termine, risultano inferiori alle corrispettive soglie.

Si riportano di seguito le principali mappe di isococentrazione delle massime ricadute al suolo per i diversi inquinanti simulati per il presente scenario.

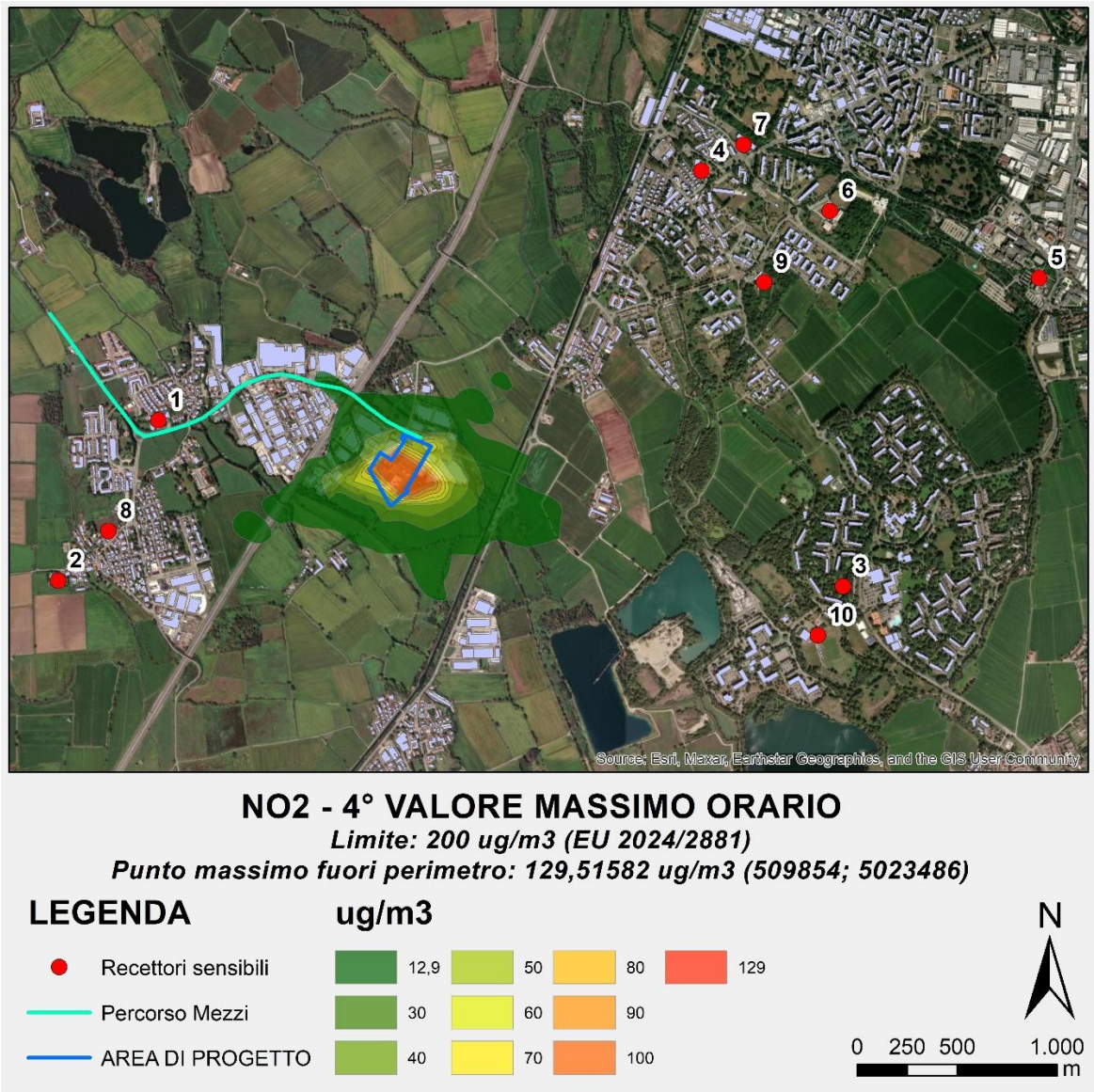


Figura 5-3 Mappa di isoconcentrazione del 4° Valore Massimo Orario per NO_2 per lo scenario di cantiere

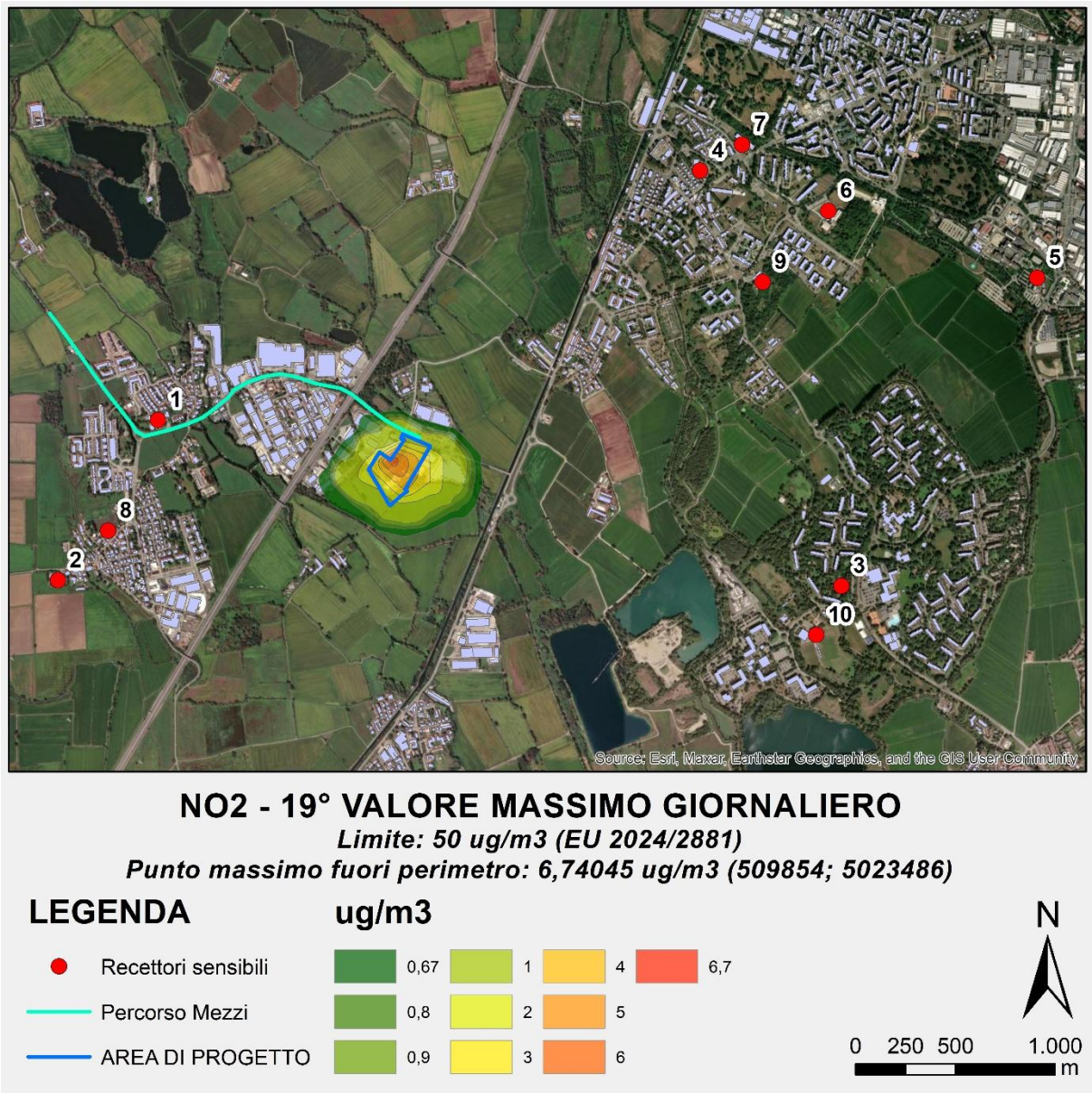


Figura 5-4 Mappa di isoconcentrazione del 19° Valore Massimo Giornaliero per NO_2 per lo scenario di cantiere

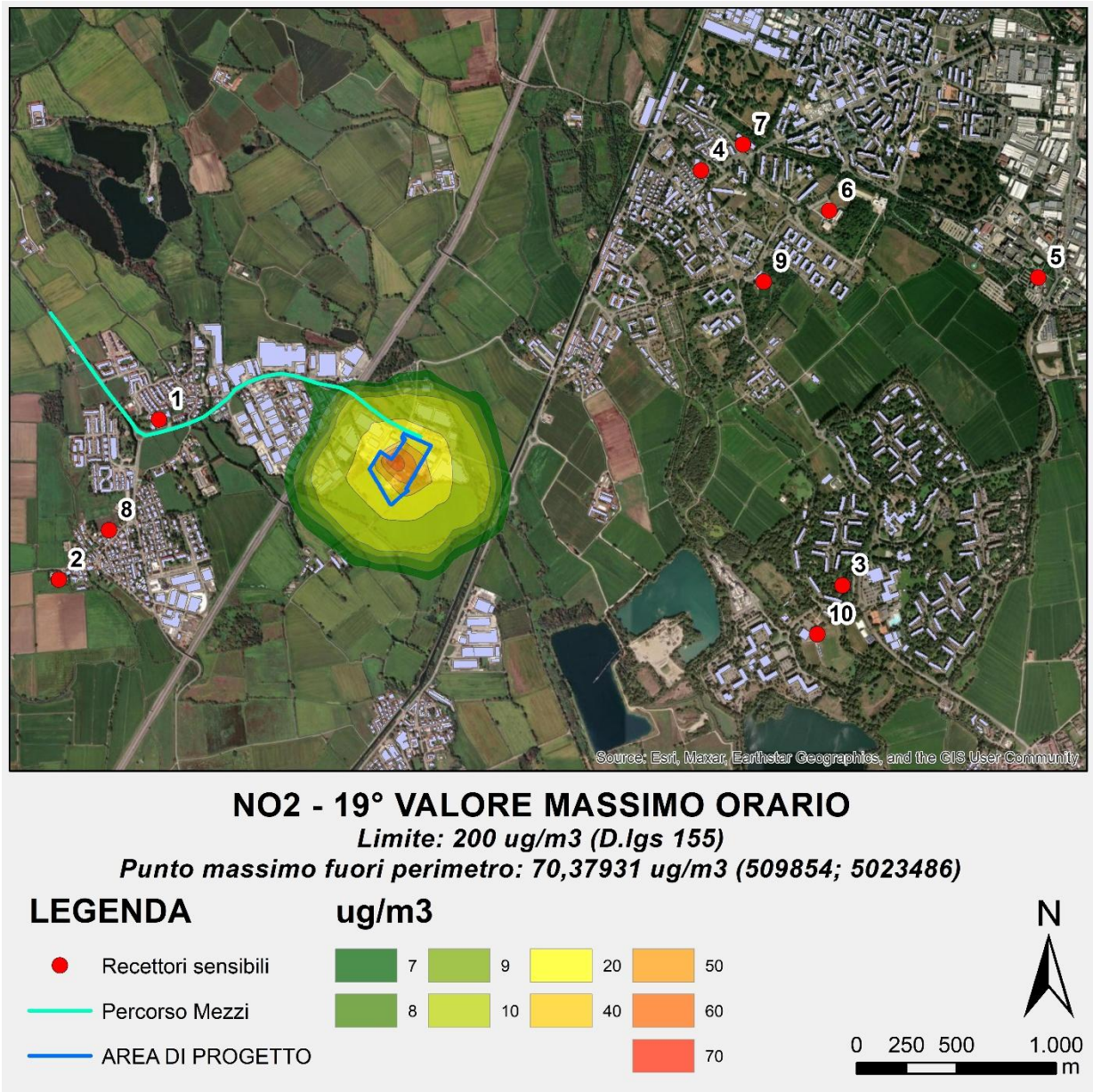


Figura 5-5 Mappa di isoconcentrazione del 19° Valore Massimo Orario per NO_2 per lo scenario di cantiere

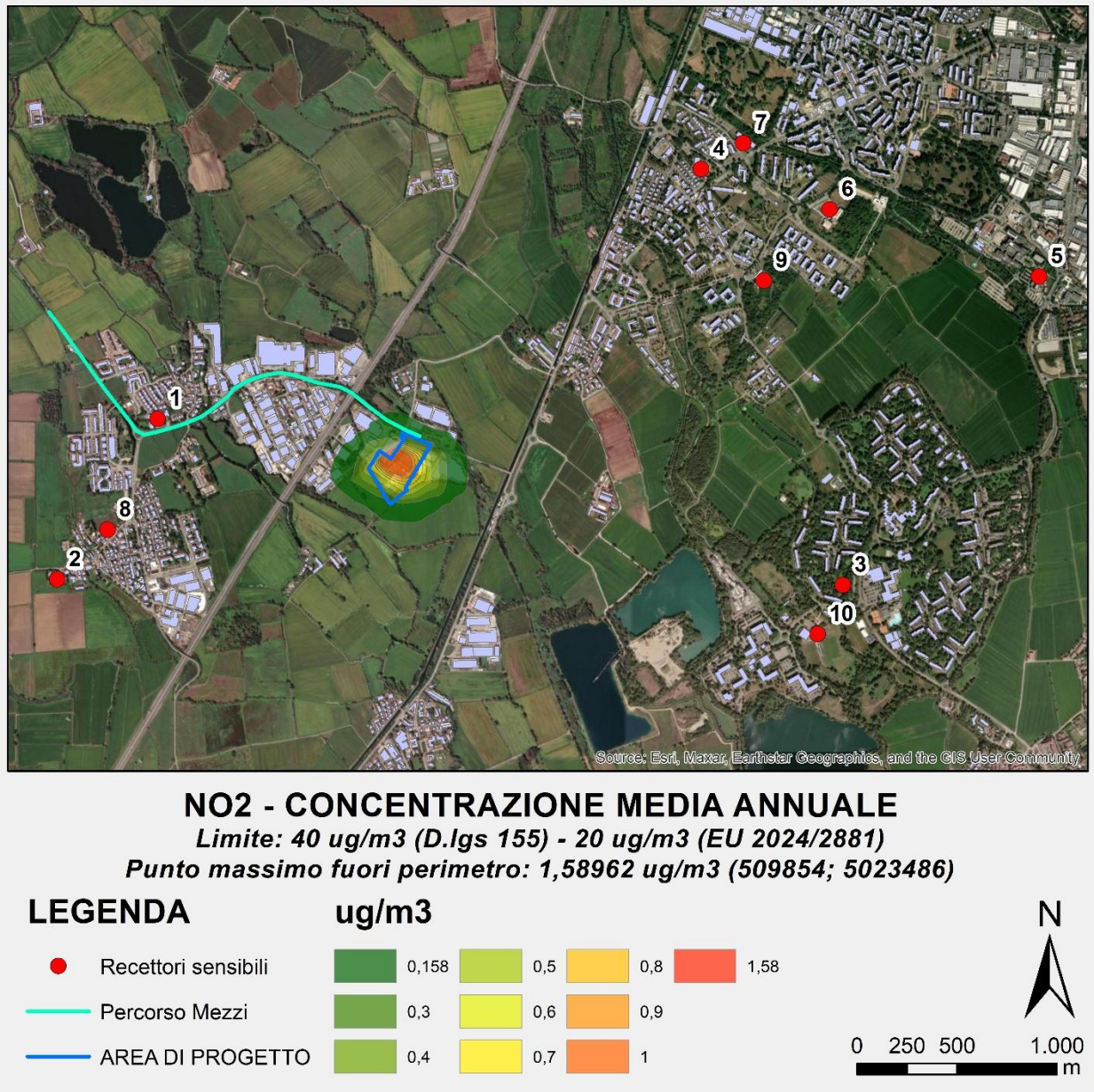


Figura 5-6 Mappa di isoconcentrazione della media di concentrazione annuale per NO_2 per lo scenario di cantiere

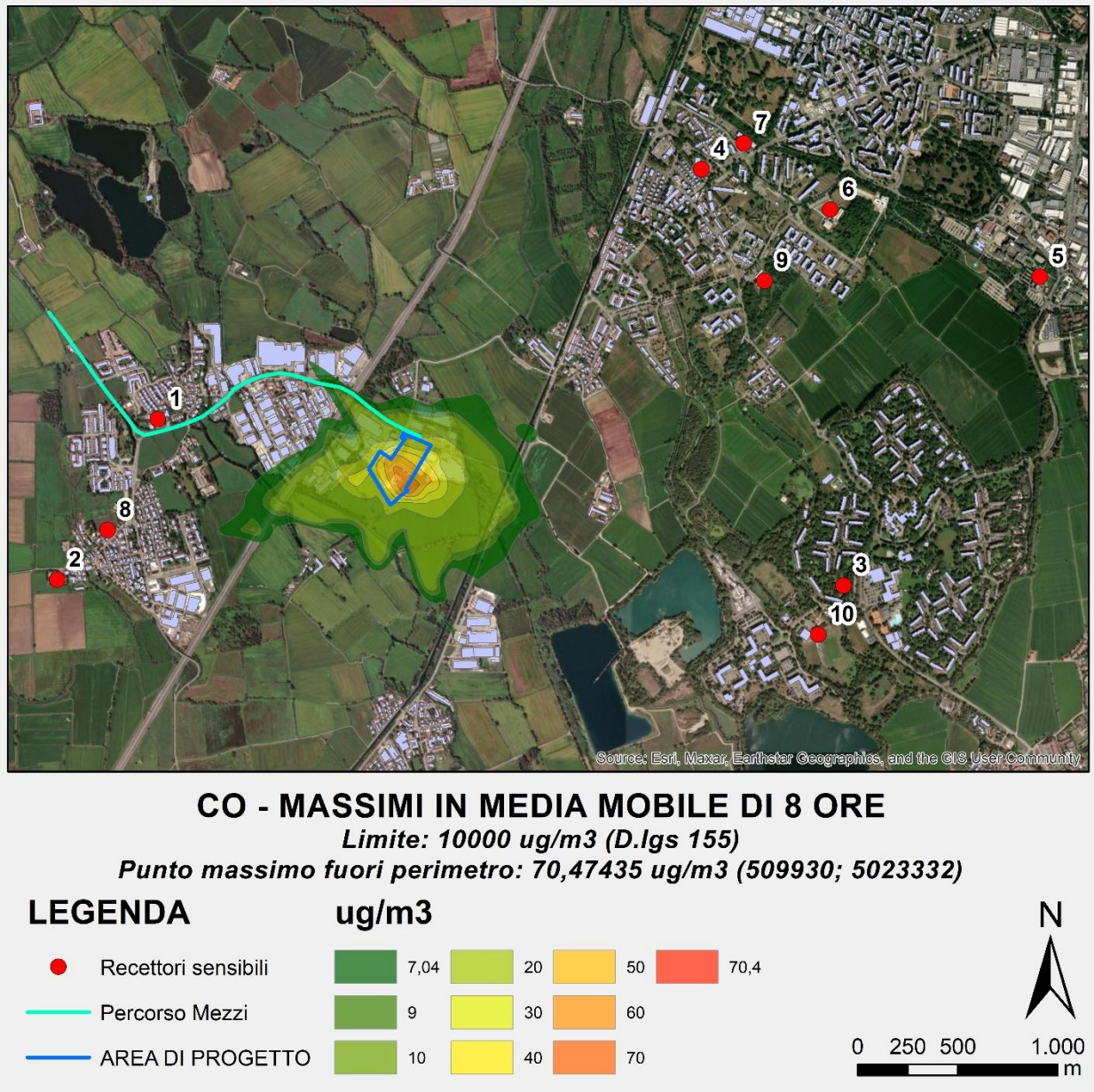


Figura 5-7 Mappa di isoconcentrazione del massimo della media mobile in 8 ore per CO nello scenario di cantiere

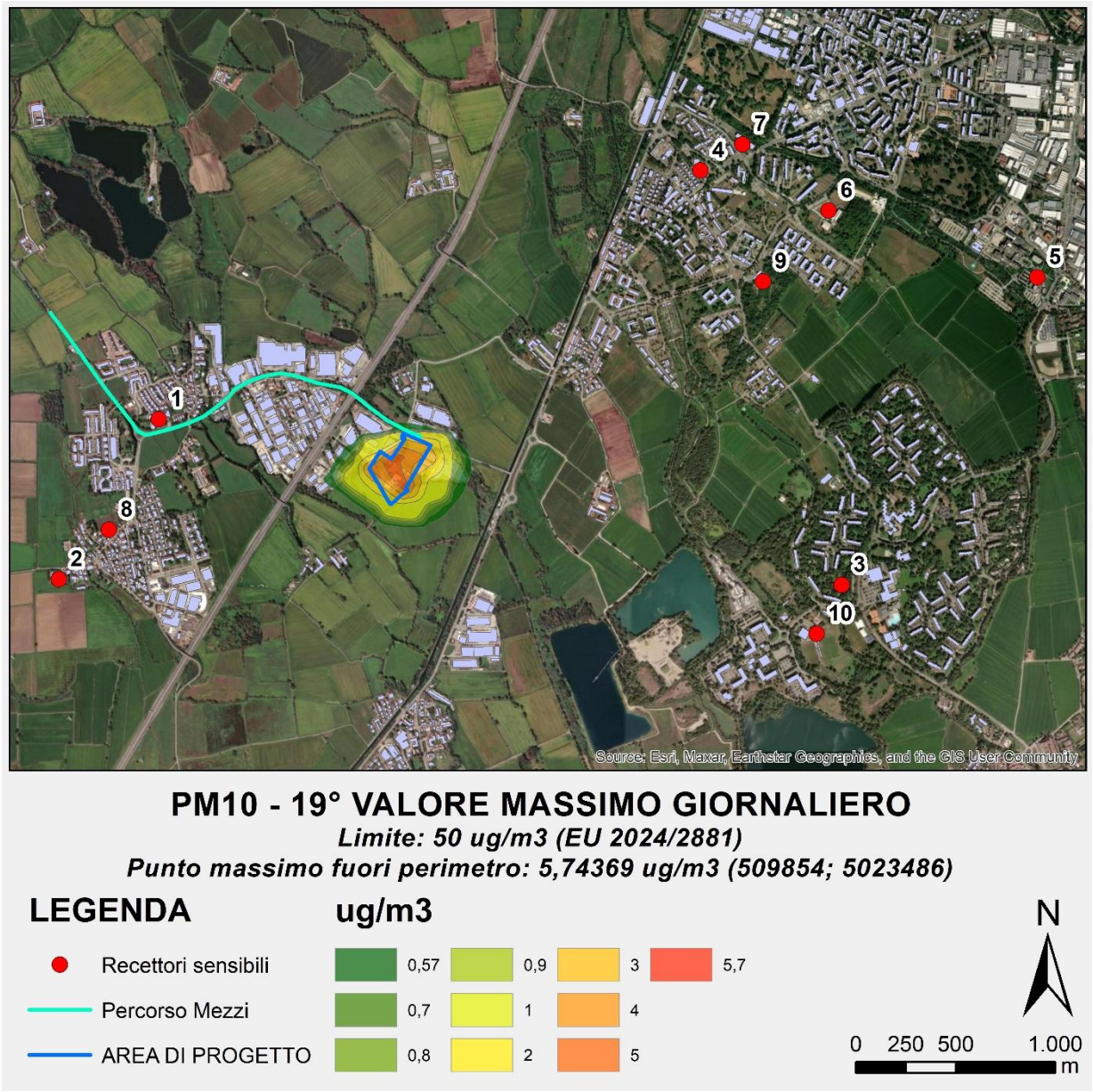


Figura 5-8 Mappa di isoconcentrazione del 19° Valore Massimo Giornaliero per PM_{10} e $PM_{2.5}$ per lo scenario di cantiere

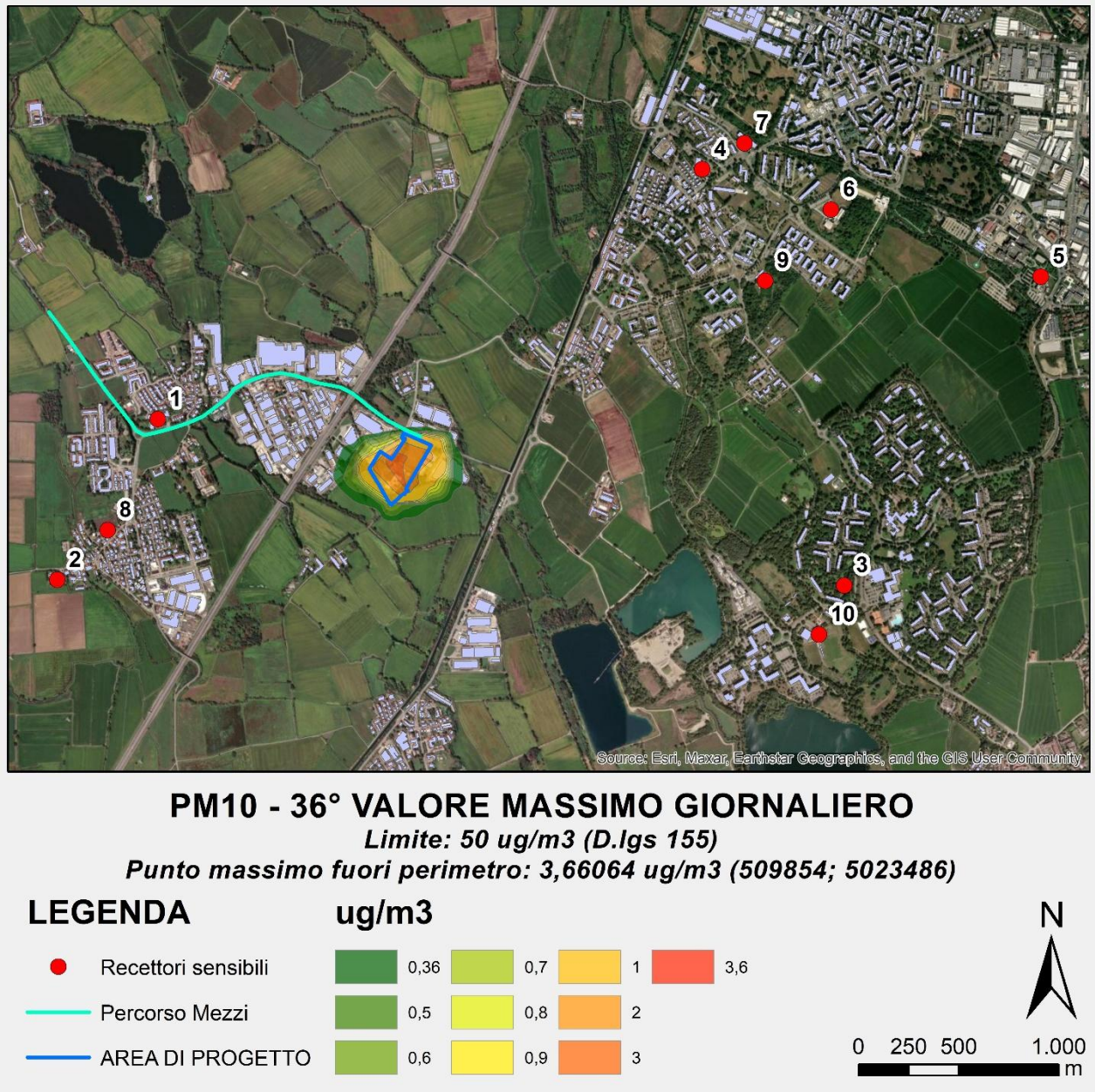


Figura 5-9 Mappa di isoconcentrazione del 36° Valore Massimo Giornaliero per PM_{10} e $PM_{2.5}$ per lo scenario di cantiere

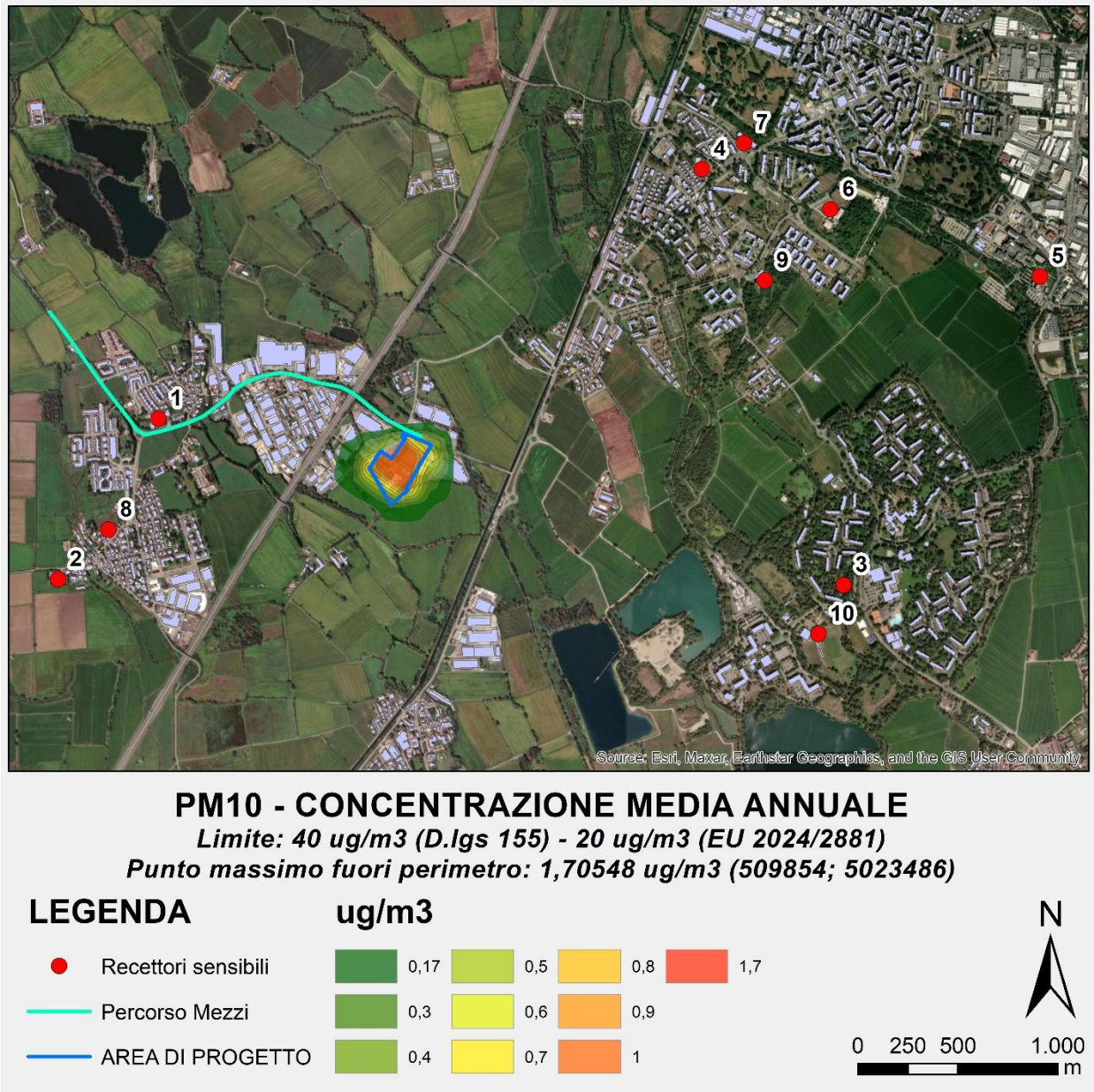


Figura 5-10 Mappa di isoconcentrazione della concentrazione Media Annuale per PM_{10} e $PM_{2.5}$ nello scenario di cantiere

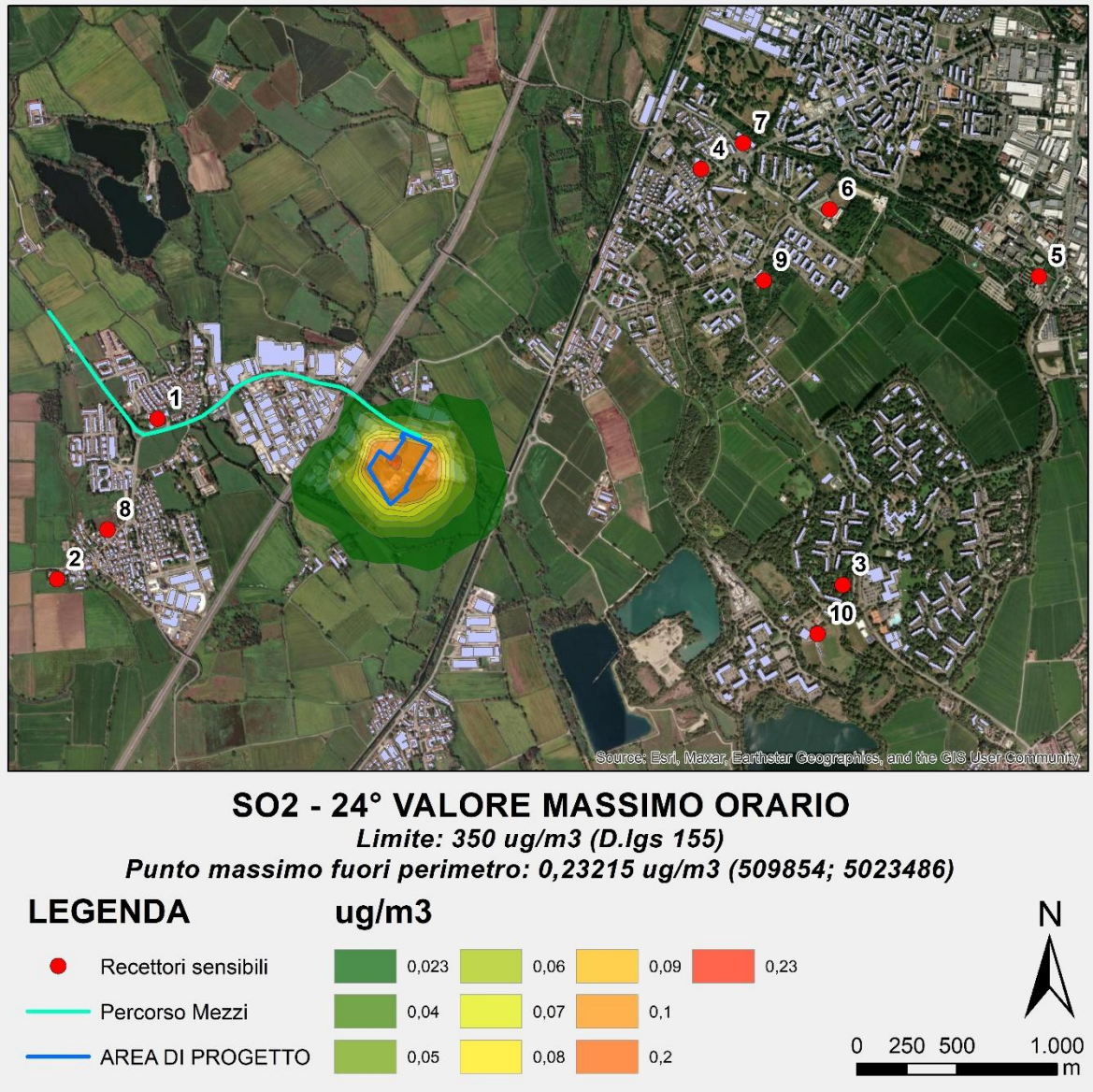


Figura 5-11 Mappa di isoconcentrazione del 25° Valore Massimo Orario per SO_2 per lo scenario di cantiere

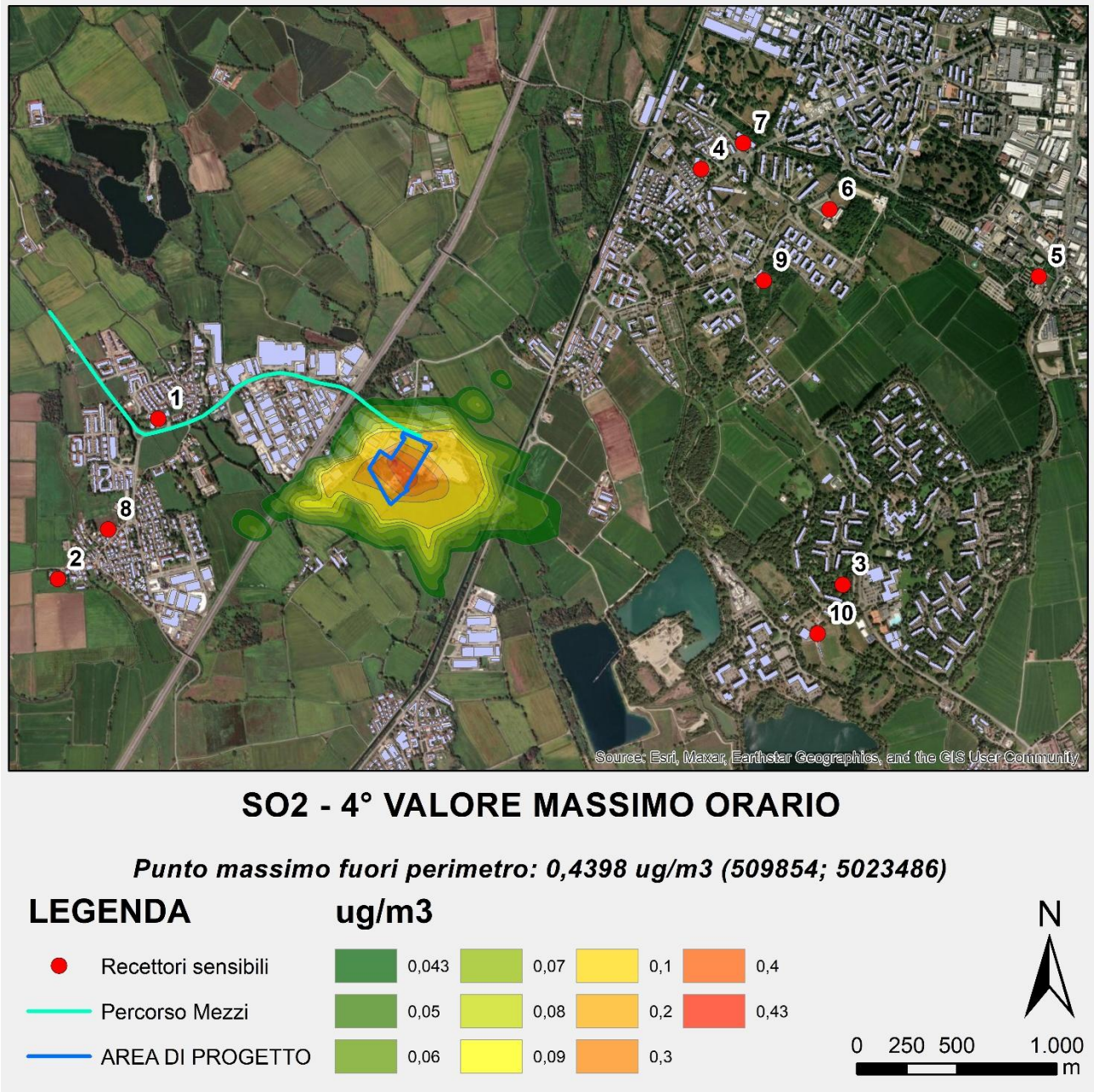


Figura 5-12 Mappa di isoconcentrazione del 4° Valore Massimo Orario per SO_2 per lo scenario di cantiere

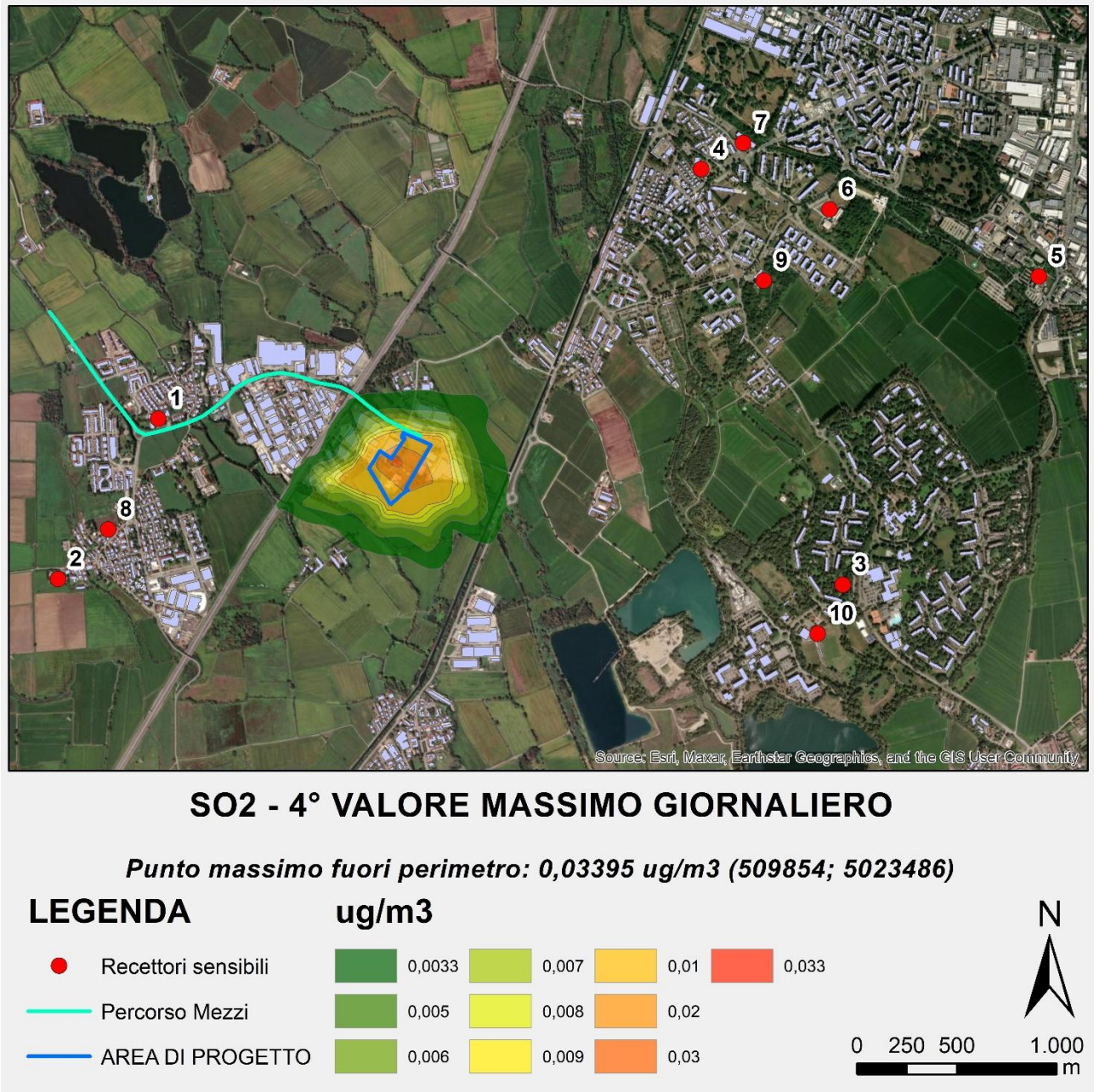


Figura 5-13 Mappa di isoconcentrazione del 4° Valore Massimo Giornaliero per SO_2 per lo scenario di cantiere

5.2 Scenario di manutenzione

Nella tabella che segue sono mostrati i valori risultanti dalle simulazioni, confrontati con i limiti imposti dalla normativa italiana e dalle linee guida europee. Per ogni inquinante e per ogni limite è stato valutato il valore massimo fuori dal perimetro del sito sul periodo di pesatura richiesto dal limite stesso.

Inquinante	Periodo di mediazioni	Normativa	Valore limite µg/m3	Valore massimo calcolato al di fuori del perimetro del sito µg/m3
NO_2	4° Valore Massimo Orario	EU 2024/2881	200	16,97
	19° Valore massimo giornaliero	EU 2024/2881	50	0,25
	19° Valore Massimo Orario	D.lgs 155	200	6,48
	Massimo sull'anno civile	D.lgs 155/EU 2024/2881	40/20	0,04
CO	Massimo della media 8h	D.lgs 155	10000	5,68
PM10 e PM2.5 (carburante tradizionale)	36° Valore massimo giornaliero (PM10)	D.lgs 155	50	0,017
	Massimo sull'anno civile (PM10)	D.lgs 155/EU 2024/2881	40/20	0,005
	19° Valore massimo giornaliero	EU 2024/2881	45 (PM10) 25 (PM2.5)	0,027
	Massimo sull'anno civile (PM2.5)	D.lgs 155/EU 2024/2881	25/10	0,005
PM10 e PM2.5 (HVO*)	36° Valore massimo giornaliero (PM10)	D.lgs 155	50	0,0084
	Massimo sull'anno civile (PM10)	D.lgs 155/EU 2024/2881	40/20	0,002

Inquinante	Periodo di mediazioni	Normativa	Valore limite µg/m3	Valore massimo calcolato al di fuori del perimetro del sito µg/m3
	19° Valore massimo giornaliero	EU 2024/2881	45 (PM10) 25 (PM2.5)	0,014
	Massimo sull'anno civile (PM2.5)	D.lgs 155/EU 2024/2881	25/10	0,002
NH_3	Massimo valore giornaliero	OMS - Linee Guida Europee per la Qualità dell'Aria, 2000 (limite per la protezione della vegetazione)	270	0,093
	Massimo sull'anno civile		8	0,002
SO_2	4° Valore Massimo Orario	EU 2024/2881	350	0,167
	25° Valore massimo orario	D.lgs 155	350	0,042
	4° Valore Massimo Giornaliero	D.lgs 155	125	0,008
	Massimo sull'anno civile	D.lgs 155/EU 2024/2881	20	3,30E-04
***Risultati riferiti a uno scenario alternativo che prevede l'impiego di HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) come carburante**				

Tabella 14 – Risultati modellistici per lo scenario di manutenzione su tutti gli inquinanti e confronto con i limiti da normativa

Come si evince dai valori riportati in Tabella, i valori massimi simulati sono ampiamente al di sotto dei limiti di legge e quasi tutti di due o più ordini di grandezza più piccoli. Inoltre, come visibile dalle mappe riportate di seguito e come illustrato in Figura 5-1, i massimi ricadono dentro il perimetro di impianto o in zone a destinazione industriale o agricola, prive di recettori sensibili e di presenza umana stabile.

In linea con l'approccio dell'UK Environmental Agency[5], ripreso anche nelle Linee Guida ISPRA, i valori sono stati confrontati con soglie di riferimento per il quale sono da considerarsi non significativi impatti inferiori all'1% del corrispondente valore limite long term o inferiori al 10% del valore limite short term.

In particolare, tutti gli inquinanti valutati su base annua (long-term) mostrano massimi valori simulati al di sotto dell'1% rispetto al corrispondente limite. Anche per quanto riguarda i massimi valori

[5] Air emissions risk assessment for your environmental permit - GOV.UK

simulati sul breve periodo (short term), essi risultano ampiamente al di sotto del 10% rispetto al corrispettivo limite.

Nelle tabelle di seguito si riporta inoltre, il contributo massimo del progetto all'esterno del sito di perimetro rispetto ai valori medi annui stimati dalle medie giornaliere simulate da ARPA Lombardia a scala comunale (nel comune di Zibido San Giacomo). Tali valori derivano da elaborazioni modellistiche basate su inventari emissivi a scala territoriale e possono essere assunti come rappresentativi di un livello di fondo già cumulativo e comprensivo di tutte le principali pressioni emissive insistenti sul territorio.

Il confronto tra il contributo stimato del progetto e tali livelli di fondo consente quindi di valutare l'incidenza aggiuntiva dell'intervento rispetto ad una situazione ambientale che già riflette il contributo integrato delle sorgenti presenti a livello comunale.

Inquinante	Contributi	Valore di concentrazione µg/m3
NO_2	Valore di media annua simulato a scala comunale da ARPA [µg/m^3]	22,2
	Contributo Progetto - media annua - manutenzione [µg/m^3]	0,04
	Valore cumulato: Background + contributo del progetto	**22,2**
PM10	Valore di media annua simulato a scala comunale da ARPA [µg/m^3]	28,2
	Contributo Progetto - media annua - manutenzione [µg/m^3]	0,005
	Valore cumulato: Background + contributo del progetto	28,2
PM2.5	Valore di media annua simulato a scala comunale da ARPA [µg/m^3]	17,9
	Contributo Progetto - media annua - manutenzione [µg/m^3]	0,005
	Valore cumulato: Background + contributo del progetto	**17,9**

Tabella 15 – Contributo del modello sul background ambientale – stima a scala comunale di ARPA

In tutti i casi analizzati, i contributi del progetto risultano estremamente contenuti rispetto ai livelli di fondo, risultando in un valore cumulato (background che considera le emissioni a scala comunale+contributo del progetto) di fatto coincidente con il valore di background.

Pertanto, il contributo del progetto durante la manutenzione dei generatori si conferma trascurabile e tale da non determinare variazioni significative della qualità dell'aria a scala locale.

I valori massimi predetti in corrispondenza dei recettori sensibili sono riportati in Tabella 16.

ID recettore	NO_2				CO		PM10=PM2.5			NH_3		SO_2			
	4° Valore Massimo Orario	19° Valore massimo giornaliero	19° Valore Massimo Orario	Massimo sull'anno civile	Massimo della media 8h	19° Valore massimo giornaliero	36° Valore massimo giornaliero	Massimo sull'anno civile	19° Valore massimo giornaliero	Massimo valore giornaliero	Massimo sull'anno civile	4° Valore Massimo Orario	4° Valore massimo giornaliero	25° Valore Massimo Orario	Massimo sull'anno civile
R_1	**0,4276**	**0,0163**	**0,3190**	**2,39E-03**	**0,2045**	**0,0181**	**7,70E-04**	**2,60E-04**	**1,77E-03**	**3,34E-03**	**1,30E-04**	**1,13E-02**	**2,30E-04**	**2,22E-03**	**2,00E-05**
R_2	**0,2390**	**0,0049**	**0,1063**	**7,70E-04**	**0,0646**	**0,0054**	**2,00E-04**	**9,00E-05**	**5,30E-04**	**1,06E-03**	**4,00E-05**	**3,16E-03**	**1,10E-04**	**7,60E-04**	**1,00E-05**
R_3	**0,1925**	**0,0033**	**0,0814**	**5,50E-04**	**0,0521**	**0,0037**	**1,50E-04**	**6,00E-05**	**3,60E-04**	**8,50E-04**	**3,00E-05**	**2,76E-03**	**9,00E-05**	**3,80E-04**	**0,00**
R_4	**0,1768**	**0,0030**	**0,0601**	**5,60E-04**	**0,0476**	**0,0034**	**1,90E-04**	**6,00E-05**	**3,40E-04**	**7,80E-04**	**3,00E-05**	**2,29E-03**	**1,00E-04**	**3,60E-04**	**0,00**
R_5	**0,2489**	**0,0033**	**0,0742**	**5,50E-04**	**0,0854**	**0,0036**	**1,10E-04**	**6,00E-05**	**3,60E-04**	**1,40E-03**	**3,00E-05**	**4,46E-03**	**8,00E-05**	**4,00E-04**	**0,00**
R_6	**0,2278**	**0,0022**	**0,0547**	**5,90E-04**	**0,0913**	**0,0025**	**1,40E-04**	**7,00E-05**	**2,40E-04**	**1,36E-03**	**3,00E-05**	**4,44E-03**	**1,30E-04**	**3,00E-04**	**0,00**
R_7	**0,1752**	**0,0025**	**0,0488**	**5,00E-04**	**0,0426**	**0,0028**	**1,50E-04**	**6,00E-05**	**2,80E-04**	**6,90E-04**	**3,00E-05**	**2,11E-03**	**9,00E-05**	**3,20E-04**	**0,00**
R_8	**0,3712**	**0,0075**	**0,1466**	**1,13E-03**	**0,0819**	**0,0084**	**3,20E-04**	**1,30E-04**	**8,20E-04**	**1,34E-03**	**6,00E-05**	**4,22E-03**	**1,40E-04**	**1,01E-03**	**1,00E-05**
R_9	**0,2335**	**0,0032**	**0,0752**	**7,90E-04**	**0,1073**	**0,0035**	**2,40E-04**	**9,00E-05**	**3,50E-04**	**1,60E-03**	**4,00E-05**	**5,23E-03**	**1,40E-04**	**5,30E-04**	**1,00E-05**
R_10	**0,1732**	**0,0021**	**0,0492**	**4,80E-04**	**0,0695**	**0,0023**	**1,20E-04**	**5,00E-05**	**2,50E-04**	**1,14E-03**	**3,00E-05**	**3,43E-03**	**9,00E-05**	**3,10E-04**	**0,00**

Tabella 16 – Risultati del modello ai recettori sensibili per gli inquinanti simulati – scenario di manutenzione (valori in µg/m^3)

Anche presso i recettori sensibili, le massime concentrazioni simulate di tutti gli inquinanti risultano ampiamente inferiori ai limiti di legge di diversi ordini di grandezza. Anche in questo caso, facendo un confronto con soglie di riferimento definite dall'UK Environmental Agency, tutti i valori, sia a breve termine che lungo termine, risultano inferiori alle corrispettive soglie.

Si riportano di seguito le principali mappe di isococentrazione delle massime ricadute al suolo per i diversi inquinanti simulati per il presente scenario.

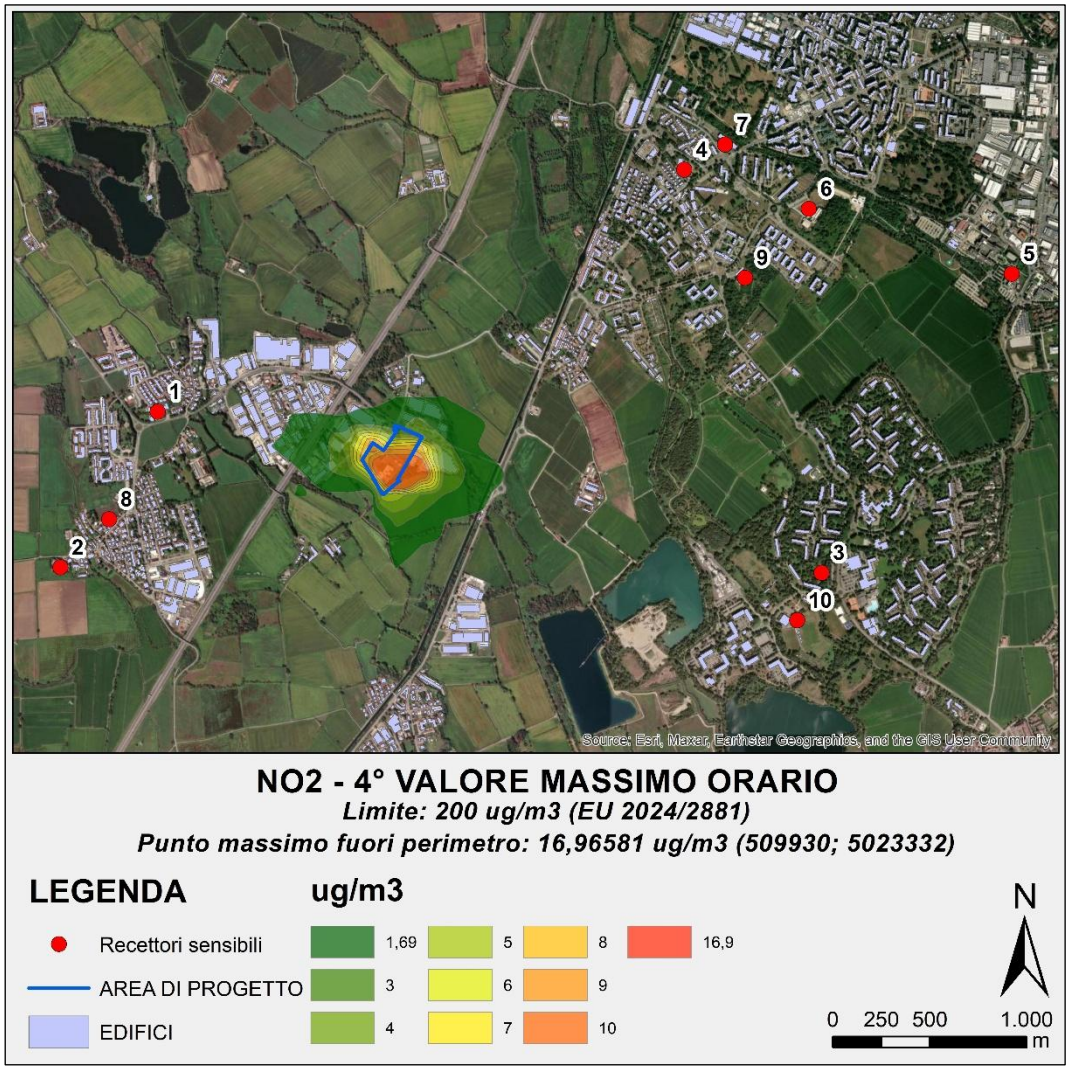


Figura 5-14 Mappa di isoconcentrazione del 4° Valore Massimo Orario per NO_2 per lo scenario di manutenzione

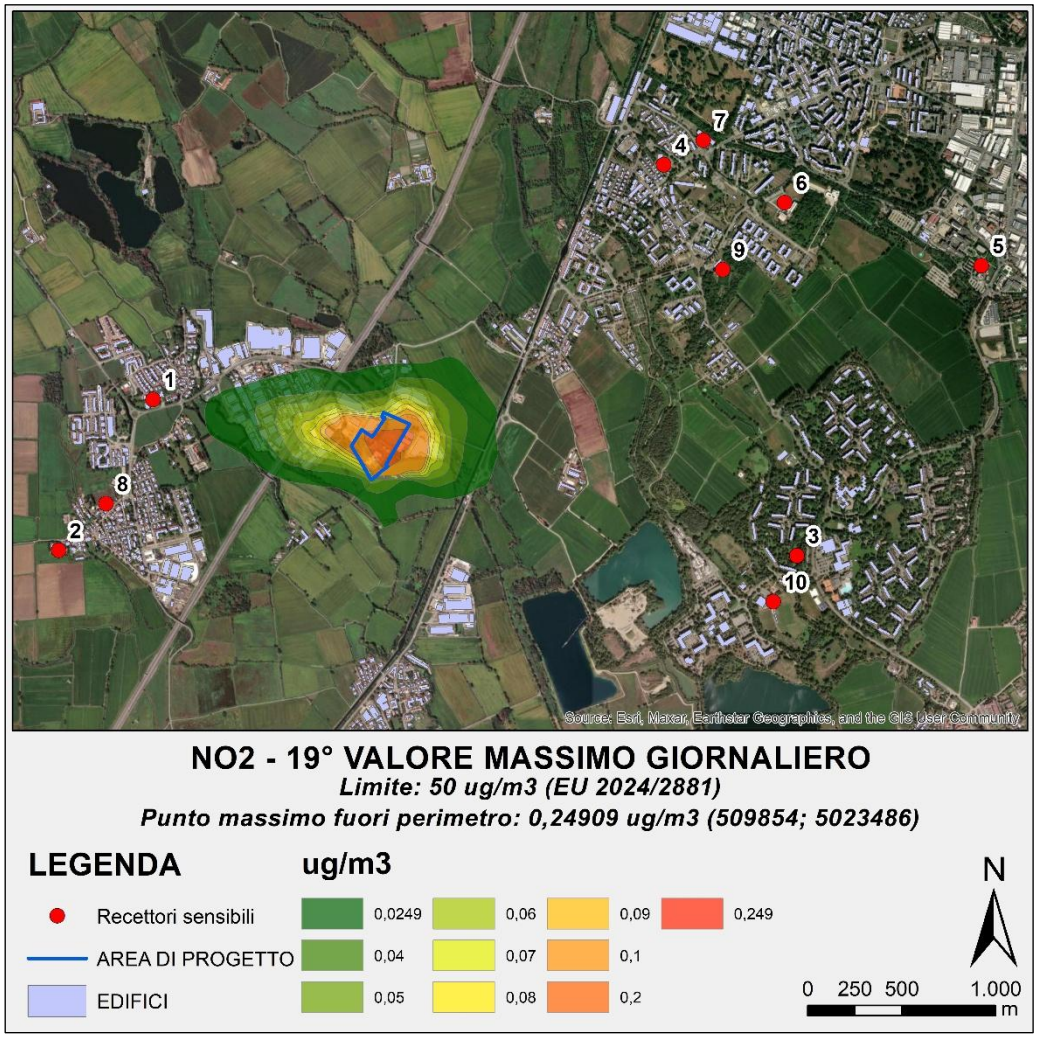


Figura 5-15 Mappa di isoconcentrazione del 19° Valore Massimo Giornaliero per NO_2 per lo scenario di manutenzione

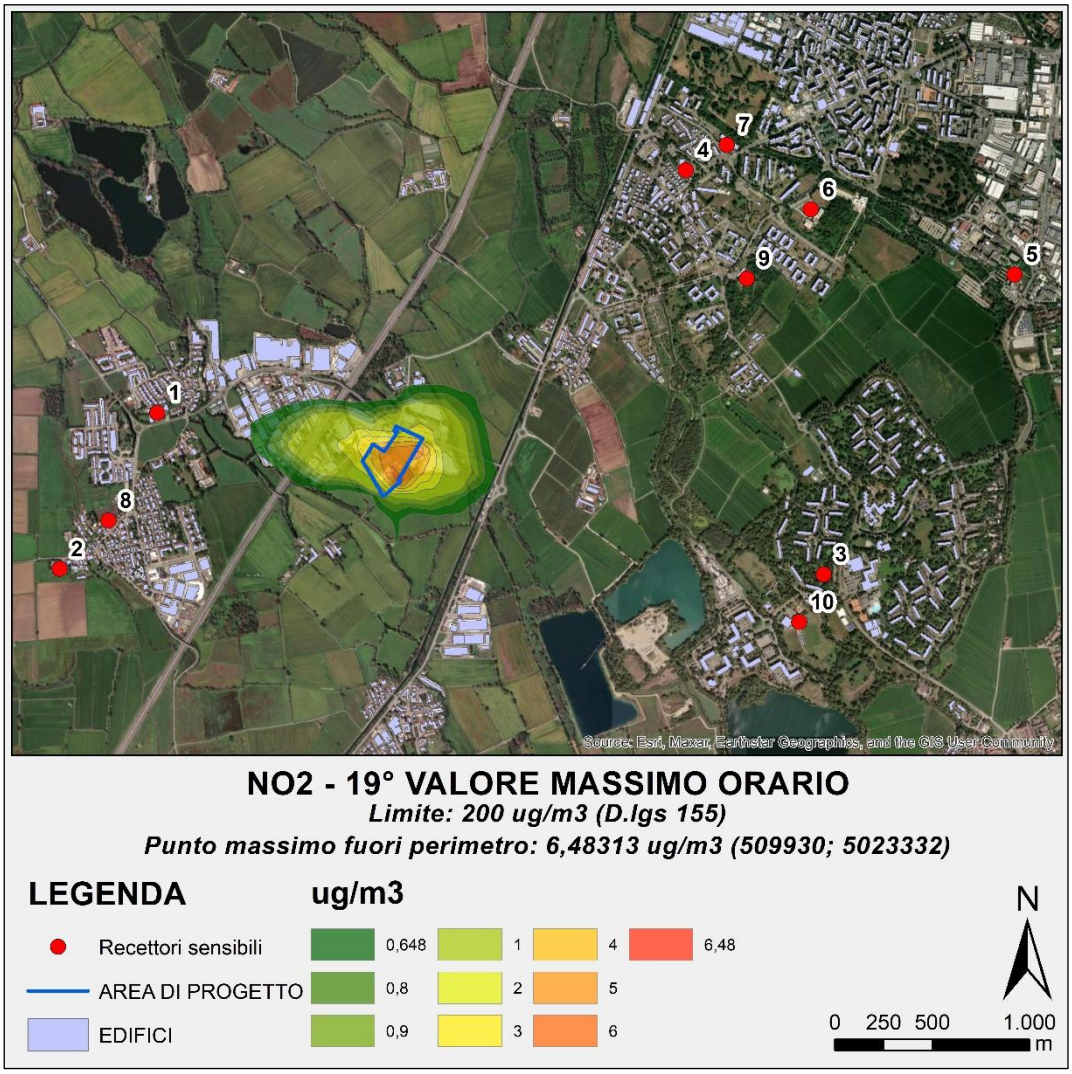


Figura 5-16 Mappa di isoconcentrazione del 19° Valore Massimo Orario per NO_2 per lo scenario di manutenzione

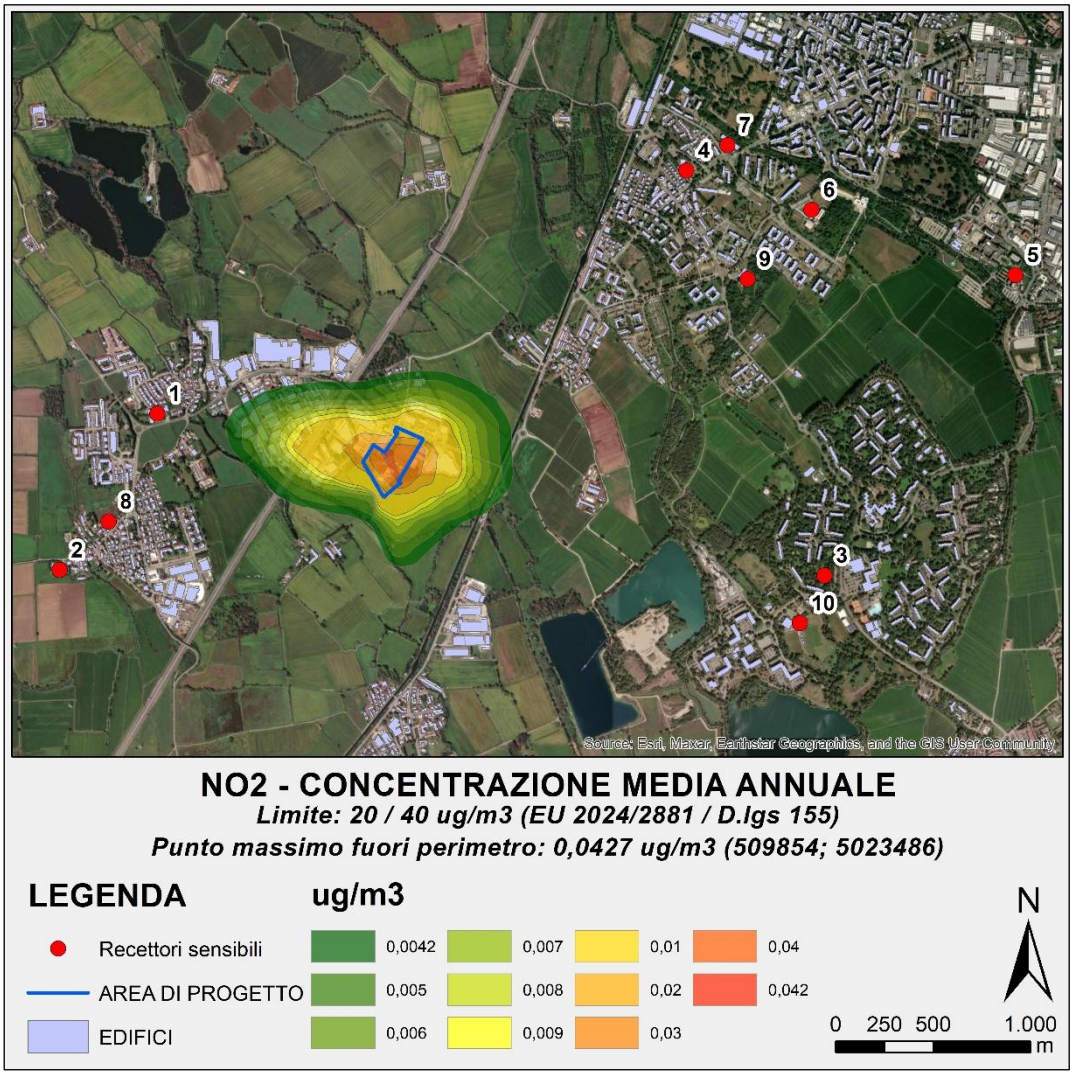


Figura 5-17 Mappa di isoconcentrazione della media di concentrazione annuale per NO_2 per lo scenario di manutenzione

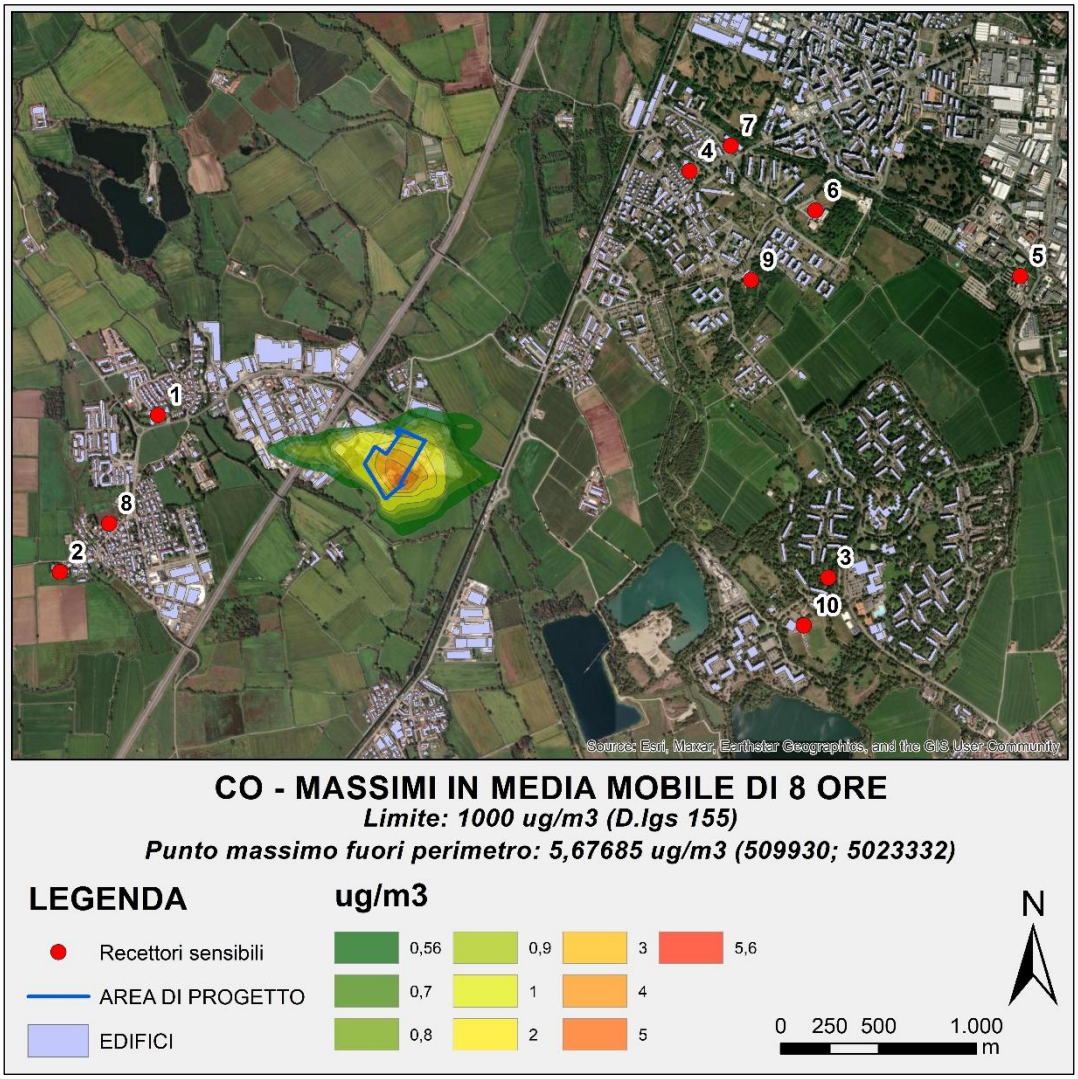


Figura 5-18 Mappa di isoconcentrazione del massimo della media mobile in 8 ore per CO nello scenario di manutenzione

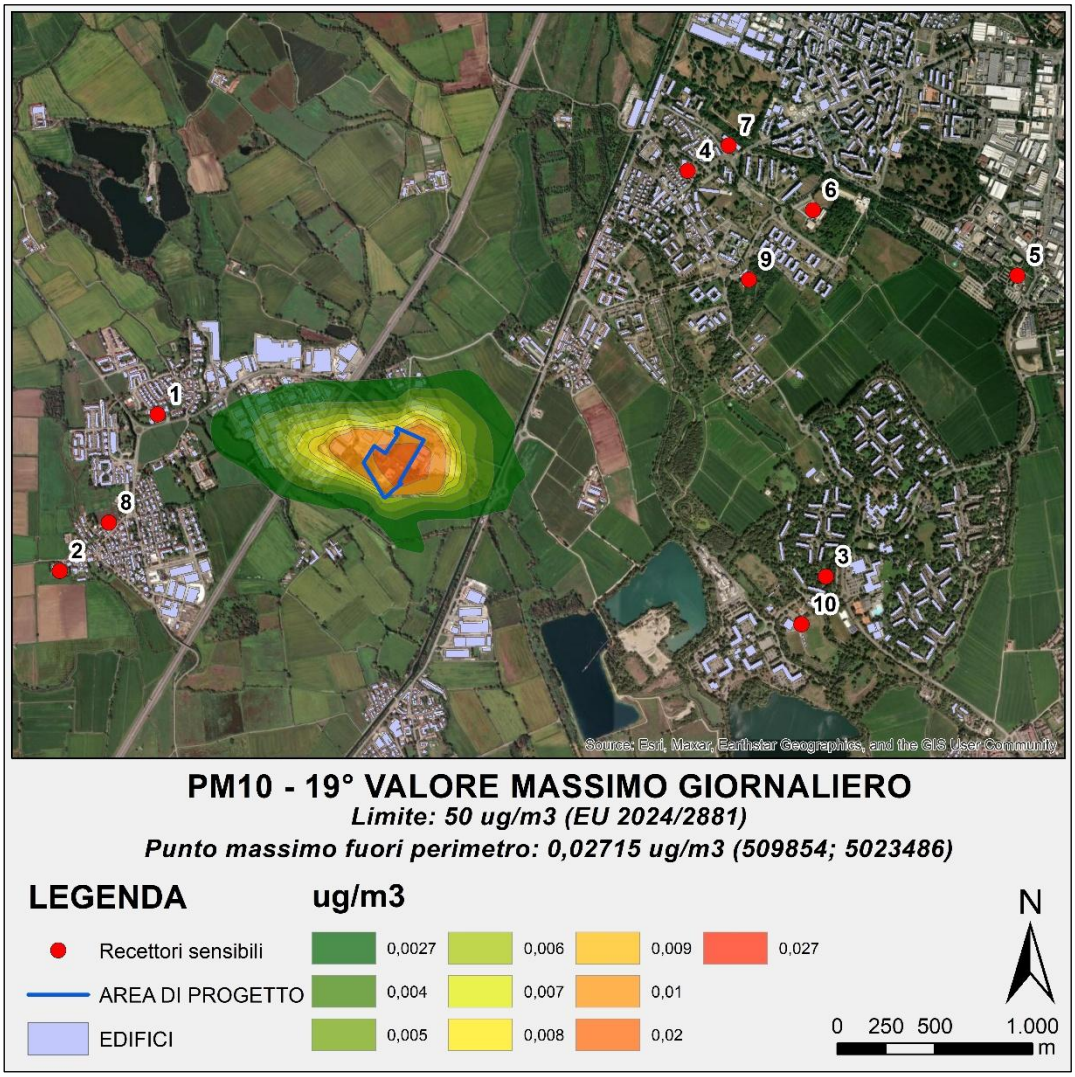


Figura 5-19 Mappa di isoconcentrazione del 19° Valore Massimo Giornaliero per PM_{10} e $PM_{2.5}$ per lo scenario di manutenzione

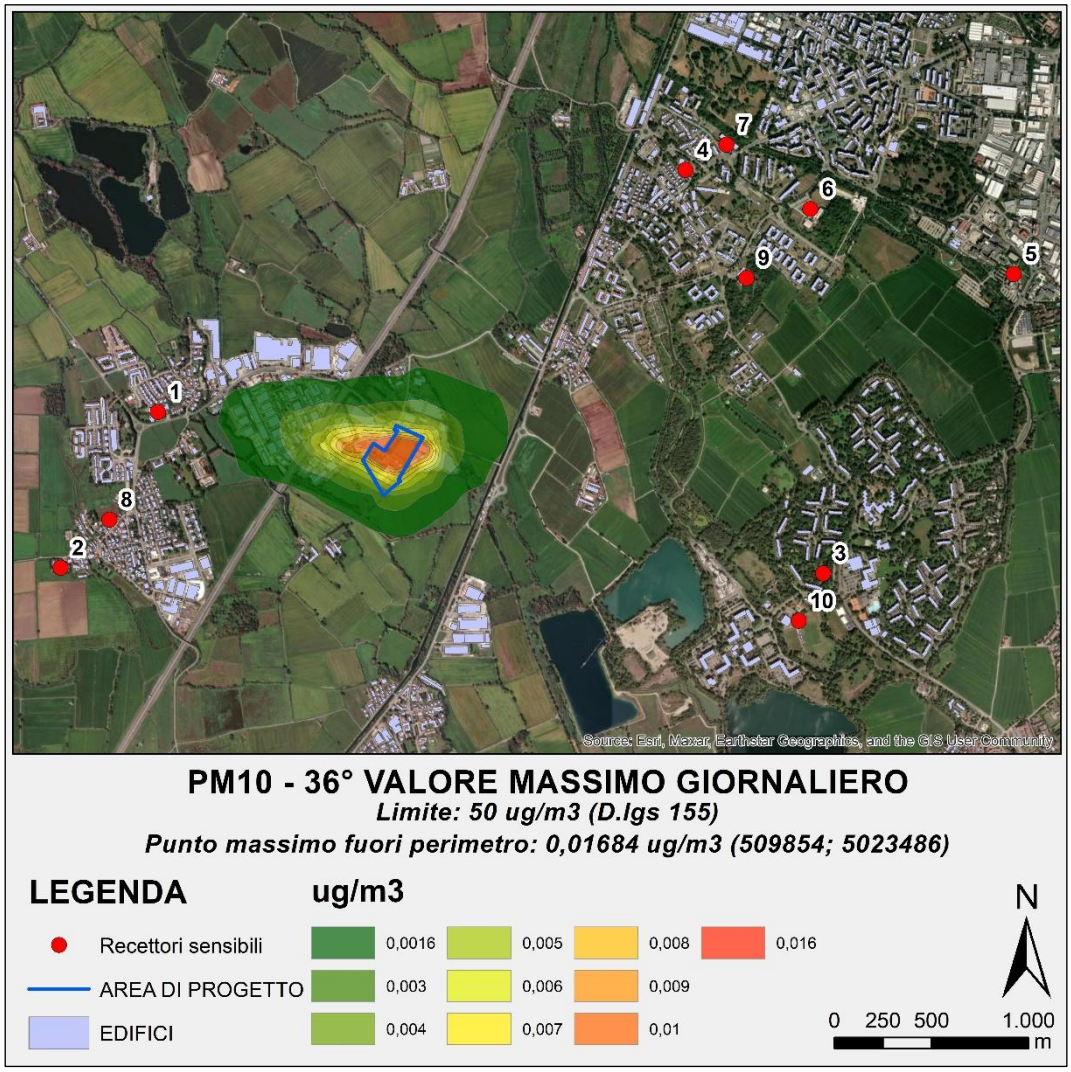


Figura 5-20 Mappa di isoconcentrazione del 36° Valore Massimo Giornaliero per PM_{10} e $PM_{2.5}$ per lo scenario di manutenzione

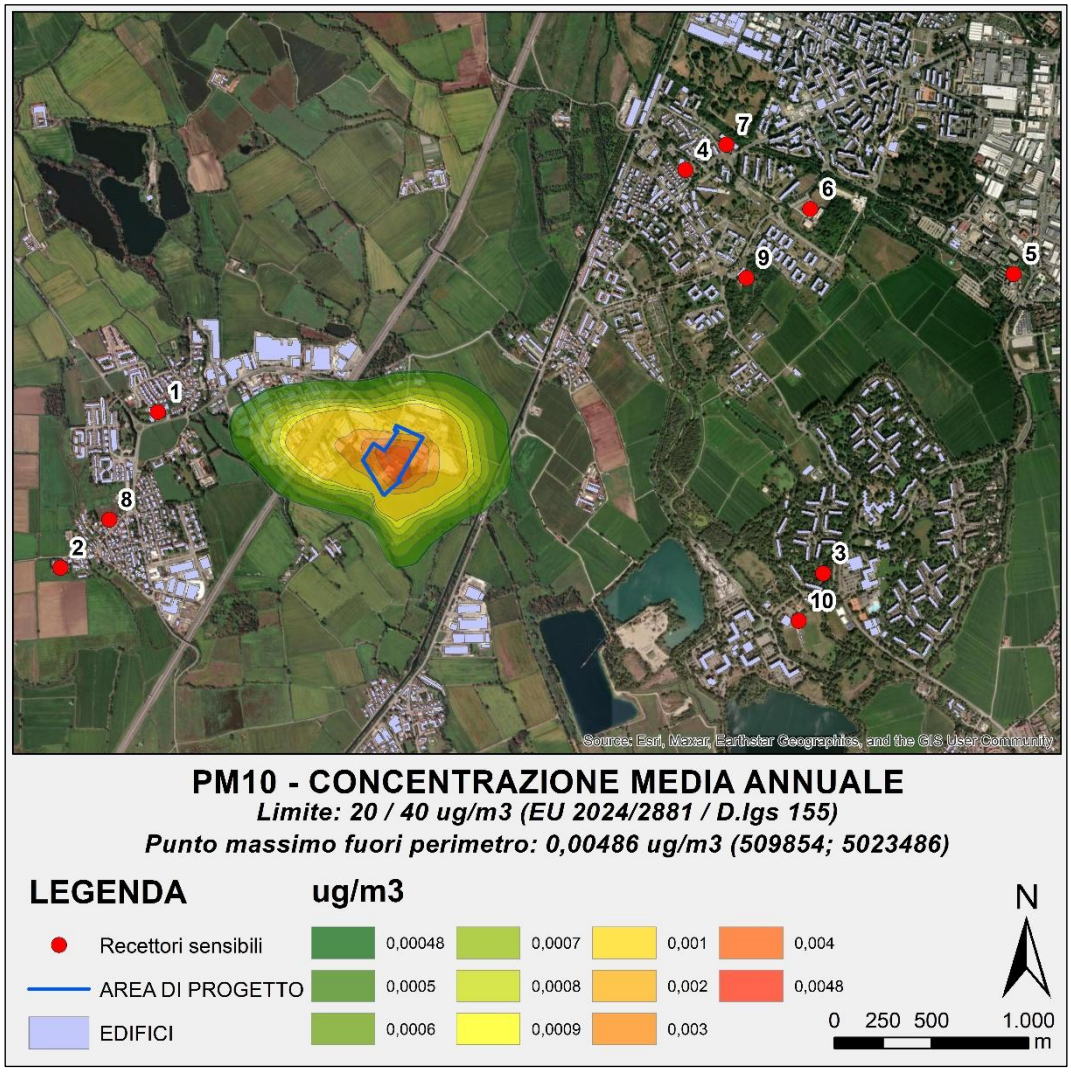


Figura 5-21 Mappa di isoconcentrazione della concentrazione Media Annuale per PM_{10} e $PM_{2.5}$ nello scenario di manutenzione

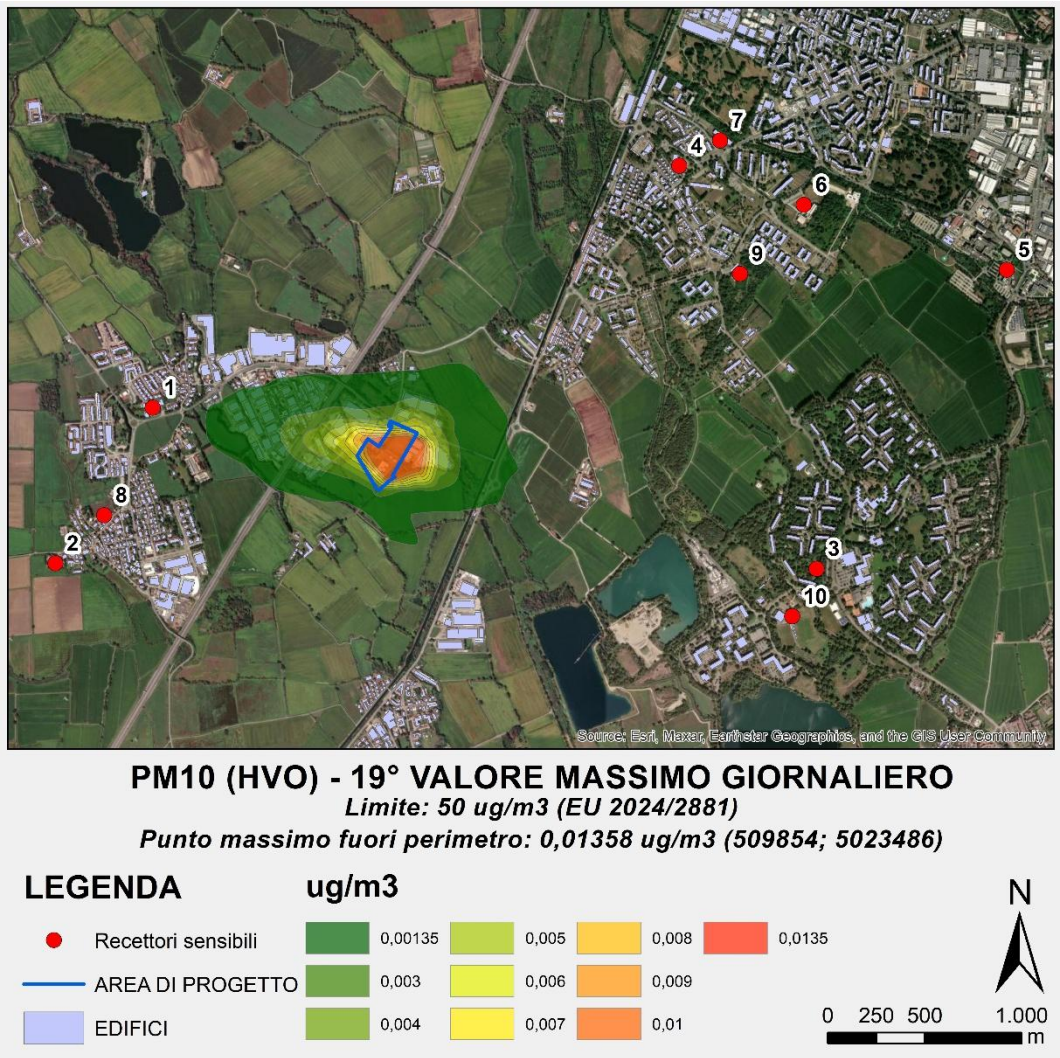


Figura 5-22 Mappa di isoconcentrazione del 19° Valore Massimo Giornaliero per PM_{10} e $PM_{2.5}$ per lo scenario di manutenzione considerando come combustibile HVO

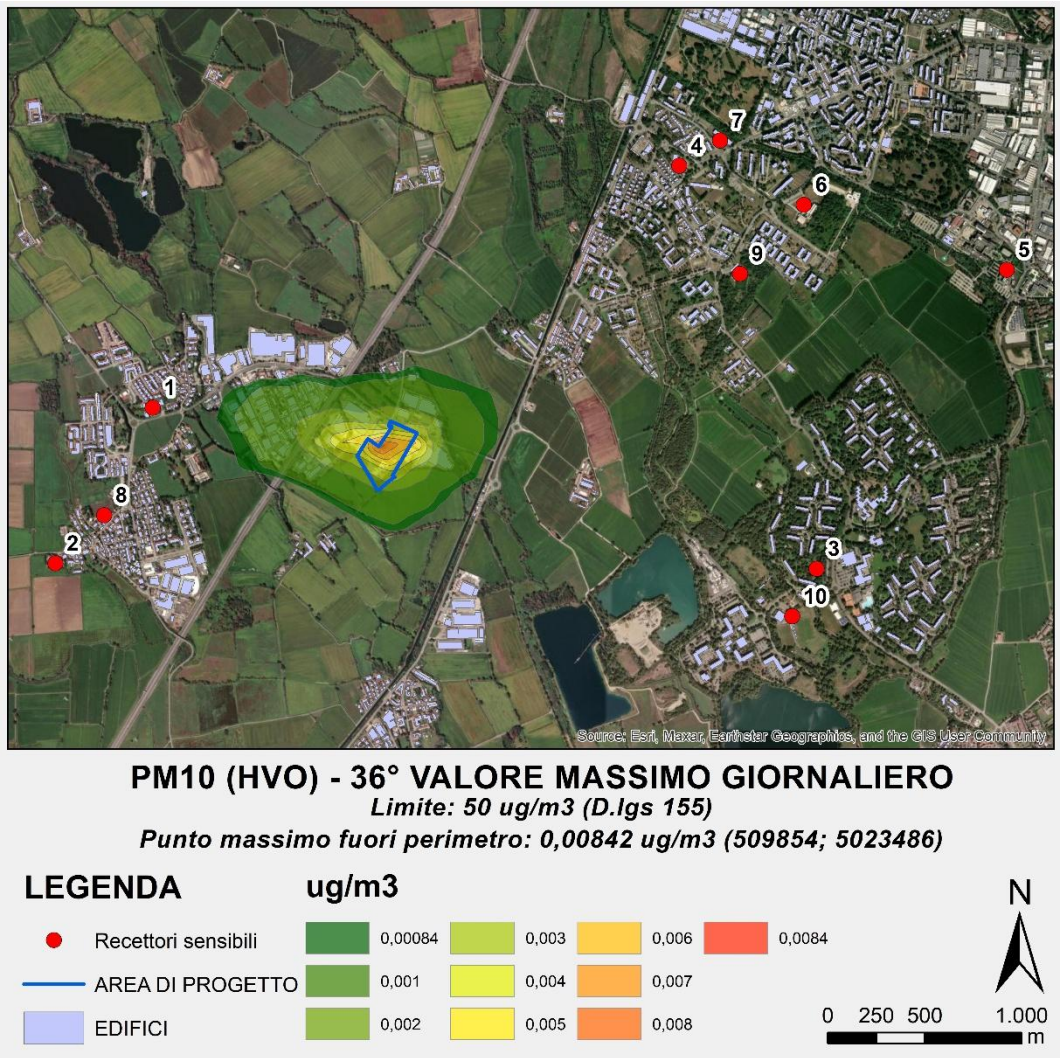


Figura 5-23 Mappa di isoconcentrazione del 36° Valore Massimo Giornaliero per PM_{10} e $PM_{2.5}$ per lo scenario di manutenzione considerando come combustibile HVO

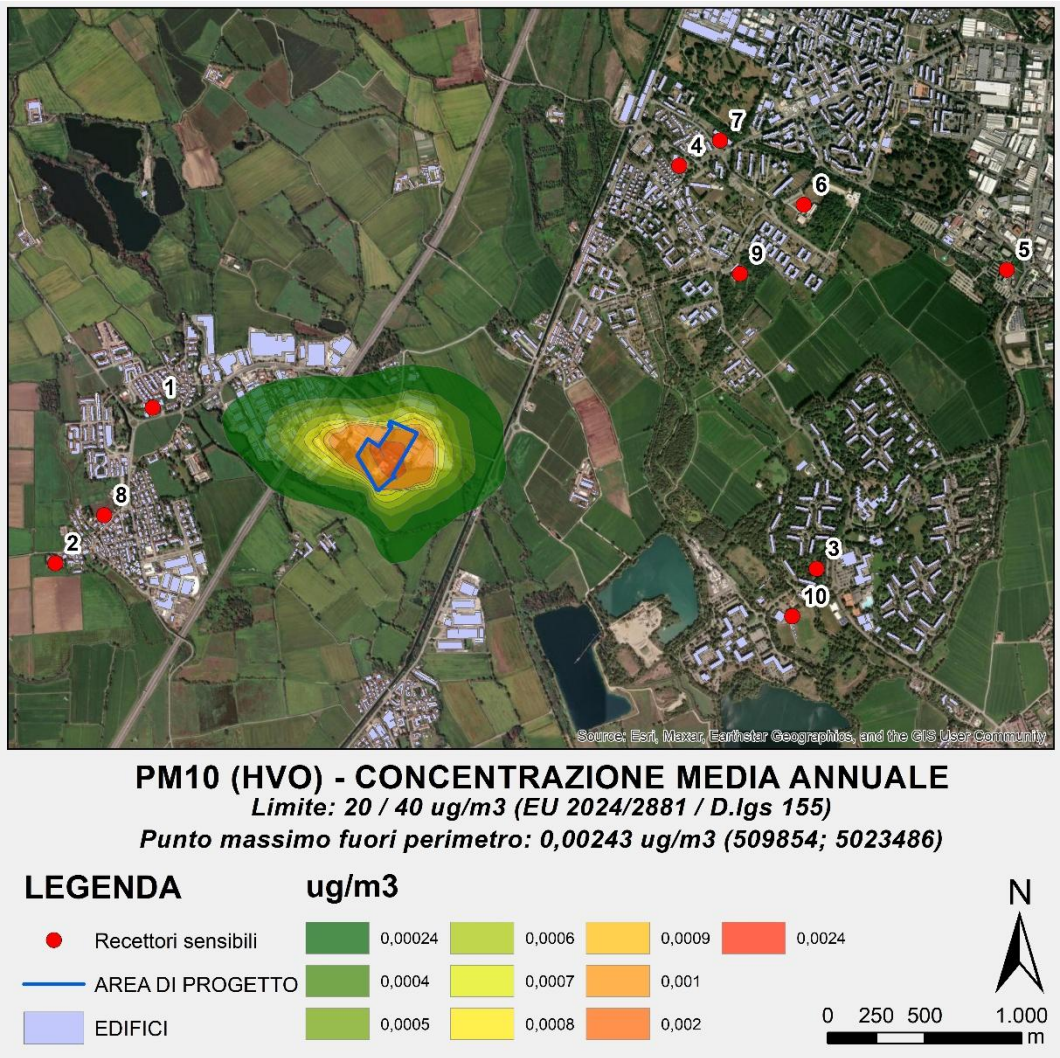


Figura 5-24 Mappa di isoconcentrazione della concentrazione Media Annuale per PM_{10} e $PM_{2.5}$ nello scenario di manutenzione considerando come combustibile HVO

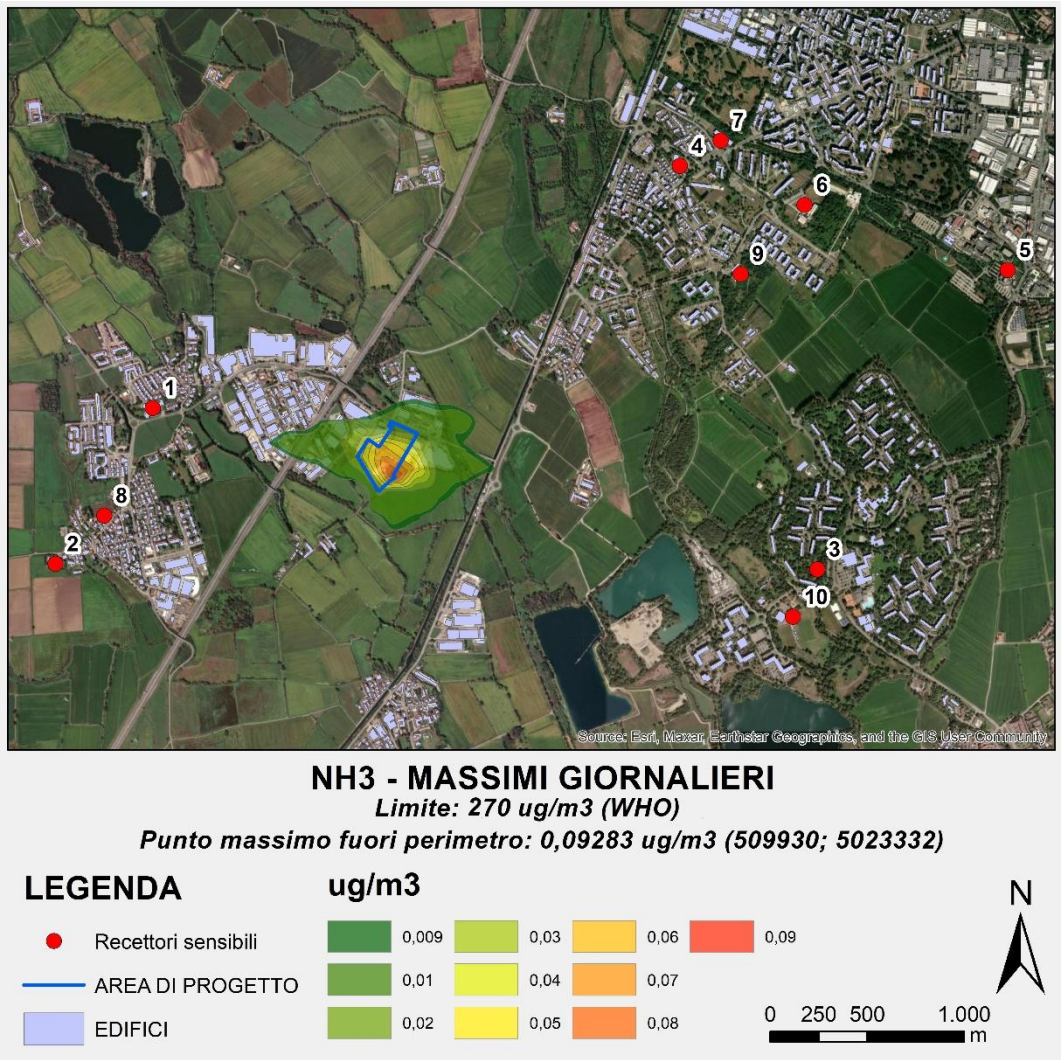


Figura 5-25 Mappa di isoconcentrazione della concentrazione massima giornaliera per NH_3 nello scenario di manutenzione

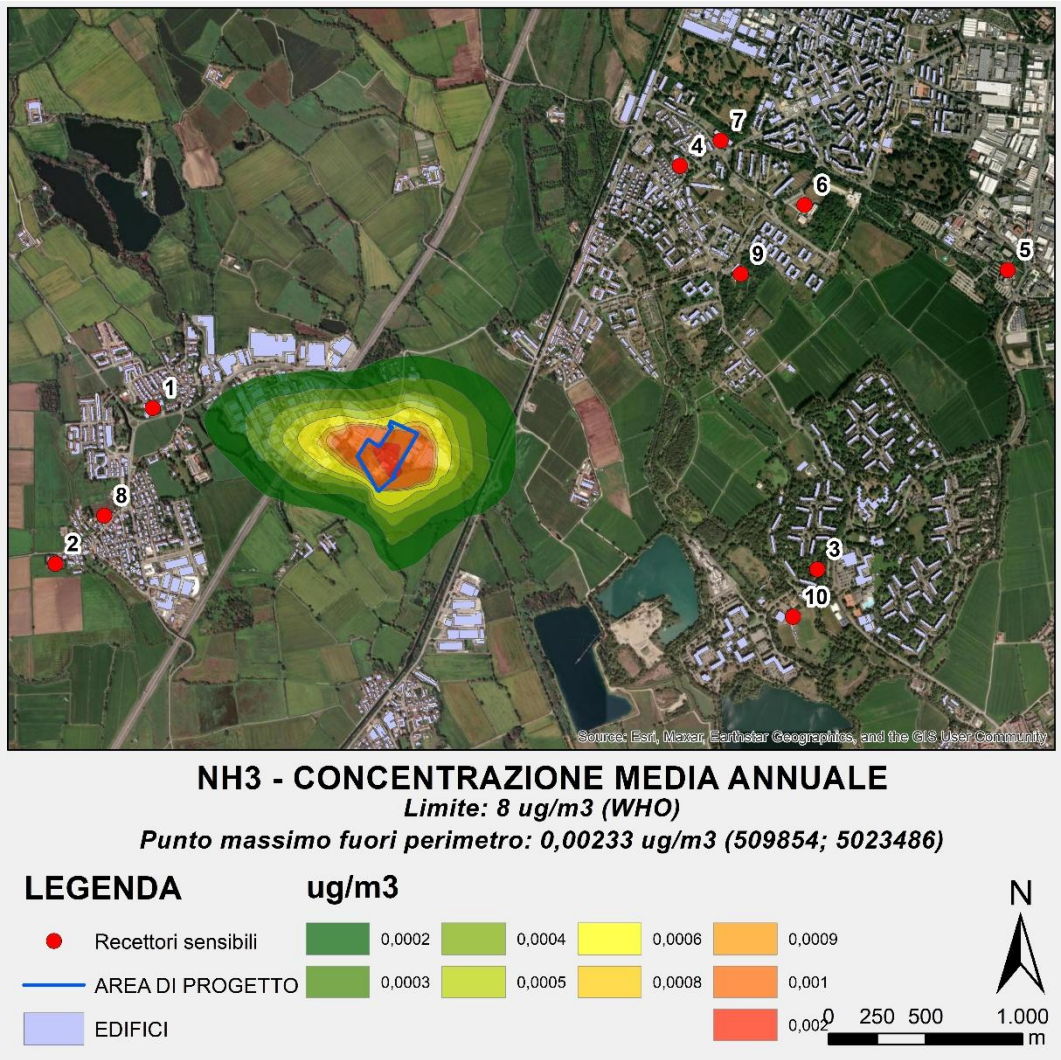


Figura 5-26 Mappa di isoconcentrazione della concentrazione media annuale per NH_3 nello scenario di manutenzione

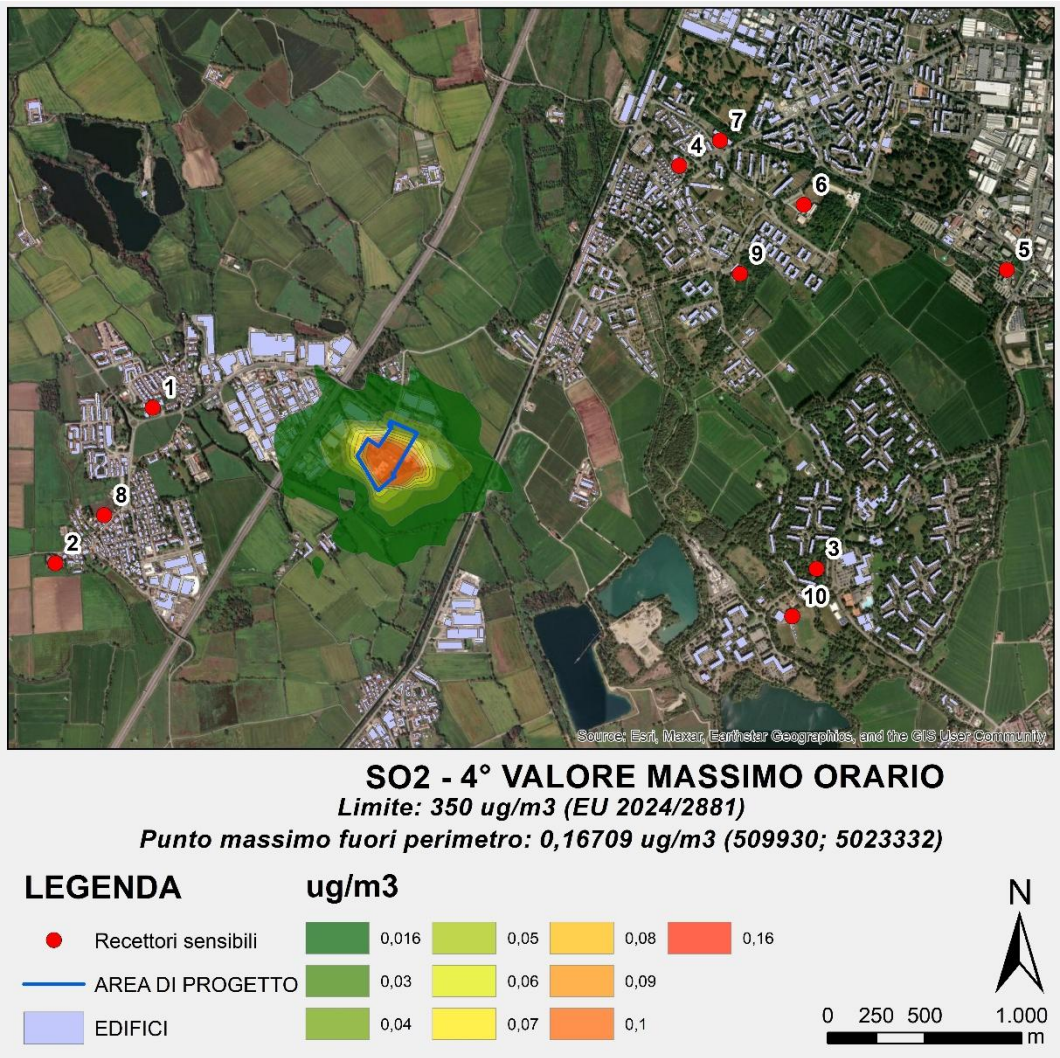


Figura 5-27 Mappa di isoconcentrazione del 4° Valore Massimo Orario per SO_2 per lo scenario di manutenzione

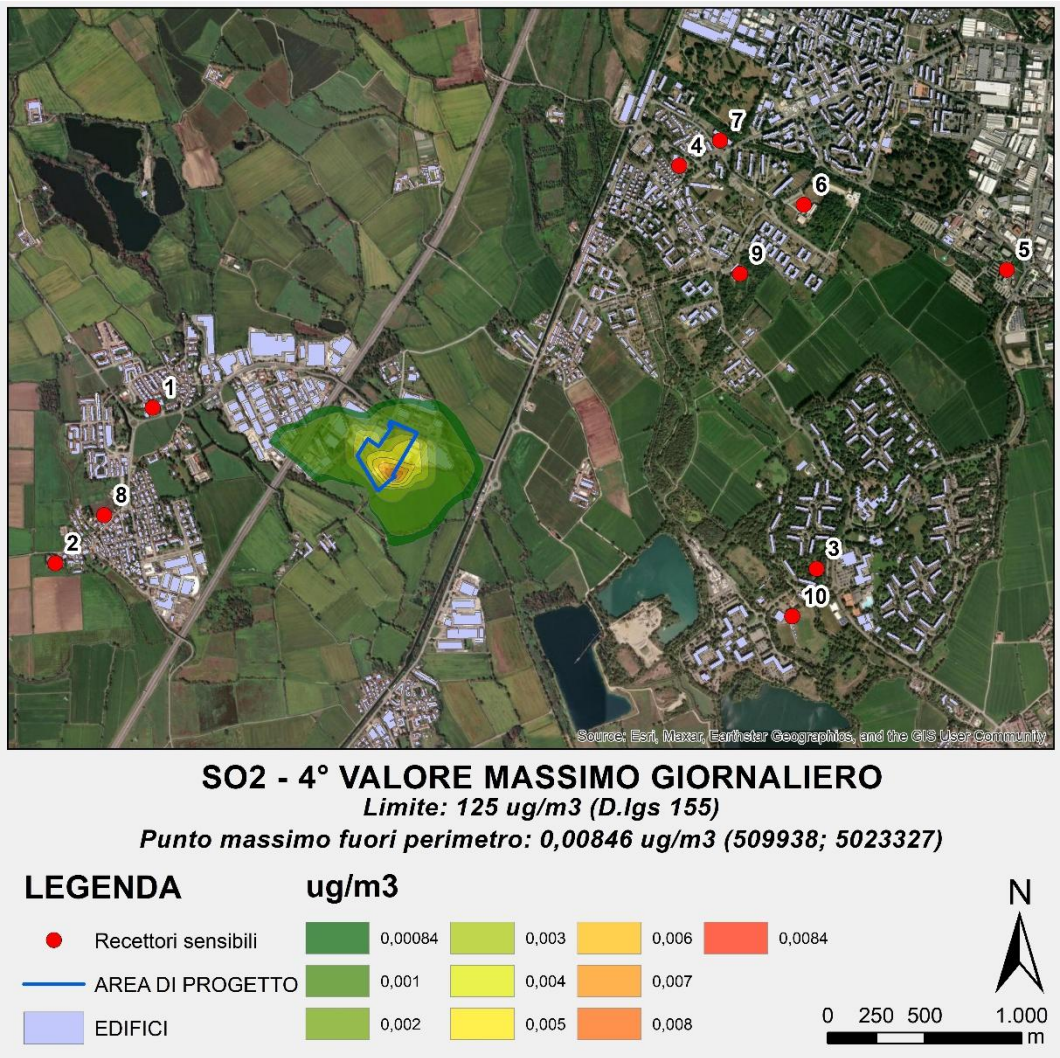


Figura 5-28 Mappa di isoconcentrazione del 4° Valore Massimo Giornaliero per SO_2 per lo scenario di manutenzione

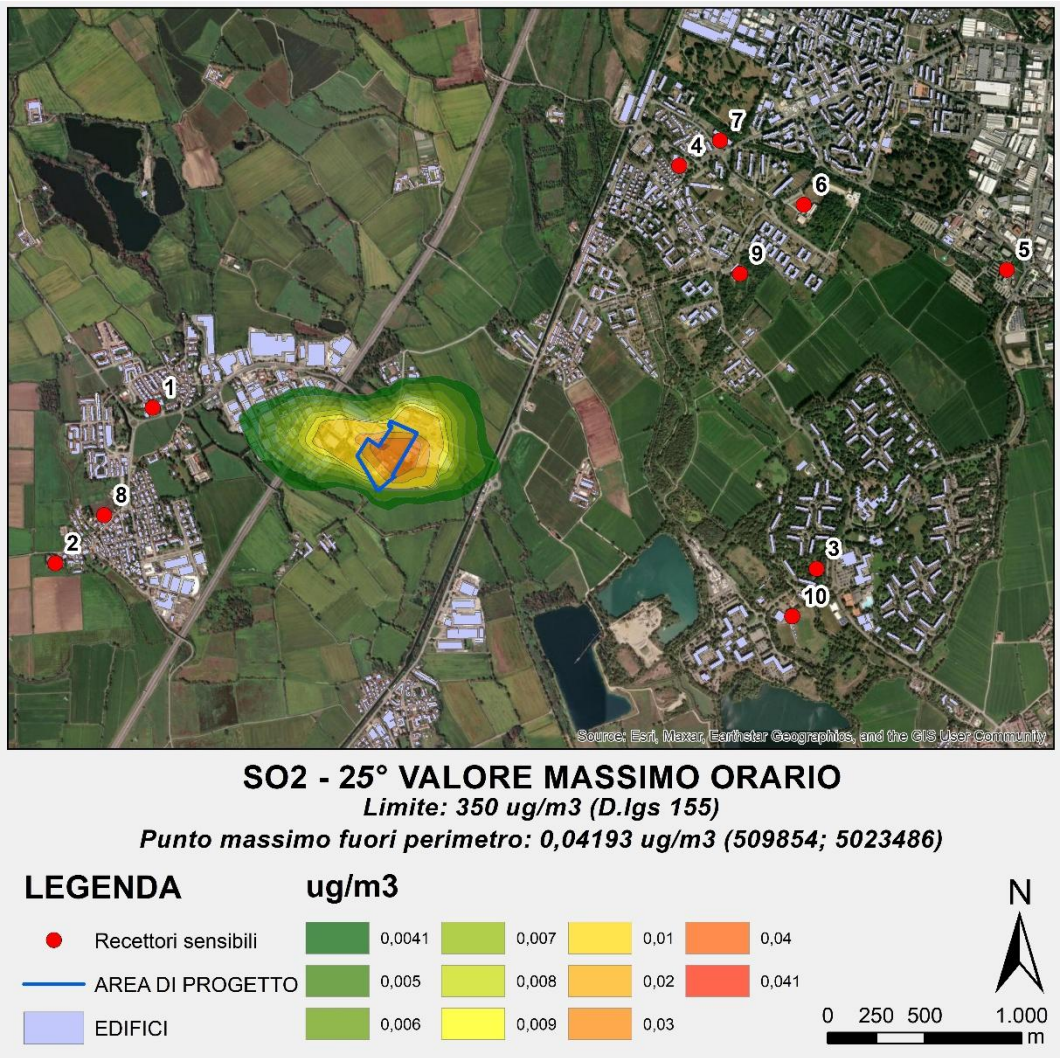


Figura 5-29 Mappa di isoconcentrazione del 25° Valore Massimo Orario per SO_2 per lo scenario di manutenzione

5.3 Scenario di emergenza

Seguendo l'approccio indicato al Paragrafo 4.4.3, tramite un modello preliminare di screening basato sull'inquinante NOx è stato identificato il momento peggiore a livello di condizioni meteo-diffusive nel dominio temporale di calcolo in cui potrebbe verificarsi un blackout e la conseguente accensione dei generatori per una durata di 72 ore. Questo periodo è risultato essere le 72 ore intorno alle 23.00 del 14/04/2024.

In tabella sono quindi indicati i nuovi risultati forniti dal modello per lo scenario di emergenza:

Inquinante	Periodo di mediazione	Normativa	Valore limite µg/m3	Valore massimo calcolato al di fuori del perimetro del sito µg/m3

NO_2	4° Valore Massimo Orario	EU 2024/2881	200	117,49
	19° Valore Massimo Orario	D.lgs 155	200	67,50
	Massimo sull'anno civile	D.lgs 155 / EU 2024/2881	40/20	0,32
CO	Massimo della media 8h	D.lgs 155	10000	69,19
PM10 e PM2.5 (carburante tradizionale)	Massimo sull'anno civile (PM10)	D.lgs 155 / EU 2024/2881	40/20	0,04
	Massimo giornaliero	-	-	5,43
	Massimo sull'anno civile (PM2.5)	D.lgs 155 / EU 2024/2881	25/10	0,04
PM10 e PM2.5 (HVO)	Massimo sull'anno civile (PM10)	D.lgs 155 / EU 2024/2881	40/20	0,0195
	Massimo giornaliero	-	-	2,72
	Massimo sull'anno civile (PM2.5)	D.lgs 155 / EU 2024/2881	25/10	0,0195
NH_3	Massimo valore giornaliero	OMS - Linee Guida Europee per la Qualità dell'Aria, 2000 (limite per la protezione della vegetazione)	270	2,55
	Massimo sull'anno civile		8	0,02
SO_2	4° Valore Massimo Orario	EU 2024/2881	350	1,38
	25° Valore massimo orario	D.lgs 155	350	0,41
	Massimo sull'anno civile	D.lgs 155/EU 2024/2881	20	2,64E-03

Tabella 17 – Risultati modellistici per lo scenario di emergenza su tutti gli inquinanti e confronto con i limiti da normativa

Come si può osservare dai valori riportati nella tabella, i valori simulati sono tutti al di sotto dei limiti di legge e, in alcuni casi, di diversi ordini di grandezza inferiori.

Inoltre, come visibile dalle mappe riportate di seguito e come illustrato in Figura 5-1, i massimi ricadono dentro il perimetro di impianto o in zone a destinazione industriale o agricola, prive di recettori sensibili e di presenza umana stabile.

Come già riportato nel paragrafo precedente, i valori sono stati confrontati con soglie di riferimento definite dall'UK Environmental Agency, per il quale sono da considerarsi non significativi impatti inferiori all'1% del corrispondente valore limite long term o inferiori al 10% del valore limite short term.

In particolare, gli inquinanti valutati su base annua presentano valori calcolati inferiori all'1% del rispettivo valore limite, ad eccezione del massimo sull'anno civile di NO_2, che risulta esser pari all'1,6% del limite della nuova direttiva EU, per un'area tuttavia immediamente prossima al perimetro di progetto interessando porzioni di territorio adibite ad uso industriale o agricolo.

Per quanto riguarda i valori a breve termine, la maggior parte degli inquinanti presenta concentrazioni inferiori al 10% del limite normativo. Fanno eccezione il 4° valore massimo orario e il 19° valore massimo orario di NO_2, che superano questa soglia (10% del limite) nelle vicinanze del sito, in aree industriali, agricole e parzialmente urbanizzate.

In ogni modo, come illustrato nel paragrafo 4.4.3, tale scenario deve essere interpretato come una condizione puramente teorica e fortemente cautelativa, che combina più fattori tra loro indipendenti (guasto esteso di rete e condizioni meteo estremamente sfavorevoli), con una probabilità congiunta di accadimento estremamente bassa.

I valori massimi predetti in corrispondenza dei recettori sensibili sono riportati in Tabella 18.

ID recettore	NO_2			CO	PM10=PM2.5		NH_3		SO_2		
	4° Valore Massimo Orario	19° Valore Massimo Orario	Massimo sull'anno civile	Massimo della media 8h	Massimo valore giornaliero	Massimo sull'anno civile	Massimo valore giornaliero	Massimo sull'anno civile	4° Valore massimo orario	25° Valore Massimo Orario	Massimo sull'anno civile
R_1	0,450	0,061	0,001	0,411	1,58E-02	8,00E-05	7,77E-03	4,00E-05	5,90E-03	2,80E-04	1,00E-05
R_2	0,307	0,039	0,000	0,266	1,07E-02	5,00E-05	5,22E-03	2,00E-05	4,41E-03	1,70E-04	0
R_3	0,769	0,058	0,002	1,167	4,28E-02	2,40E-04	2,06E-02	1,10E-04	5,94E-02	3,20E-04	2,00E-05
R_4	3,968	1,524	0,009	2,862	1,44E-01	9,80E-04	7,15E-02	4,80E-04	6,74E-02	7,71E-03	7,00E-05
R_5	5,113	0,303	0,007	1,709	9,80E-02	7,60E-04	4,83E-02	3,70E-04	8,26E-02	9,80E-04	5,00E-05
R_6	4,924	0,657	0,007	1,723	9,65E-02	8,80E-04	4,37E-02	4,10E-04	7,99E-02	4,02E-03	6,00E-05
R_7	3,914	1,141	0,008	2,214	1,32E-01	9,50E-04	6,53E-02	4,60E-04	7,67E-02	6,63E-03	7,00E-05
R_8	0,369	0,046	0,001	0,330	1,30E-02	6,00E-05	6,35E-03	3,00E-05	5,20E-03	2,40E-04	0
R_9	5,587	0,750	0,007	1,942	1,03E-01	8,80E-04	4,79E-02	4,10E-04	6,90E-02	2,99E-03	6,00E-05
R_10	1,732	0,045	0,002	0,986	4,13E-02	2,30E-04	1,79E-02	1,10E-04	5,31E-02	2,10E-04	2,00E-05

Tabella 18 – Risultati del modello ai recettori sensibili per gli inquinanti simulati – scenario di emergenza (valori in µg/m^3)

Anche presso i recettori sensibili, le massime concentrazioni simulate di tutti gli inquinanti risultano ampiamente inferiori ai limiti di legge.

Anche in questo caso, facendo un confronto con soglie di riferimento definite dall'UK Environmental Agency, tutti i valori, sia a breve termine che lungo termine, risultano inferiori alle corrispettive soglie.

Si riportano di seguito le mappe di isococentrazione delle massime ricadute al suolo per i diversi inquinanti simulati per il presente scenario che evidenziano chiaramente i massimi valori simulati ricadono sempre all'interno del perimetro di sito o in zone a destinazione industriale o agricola.

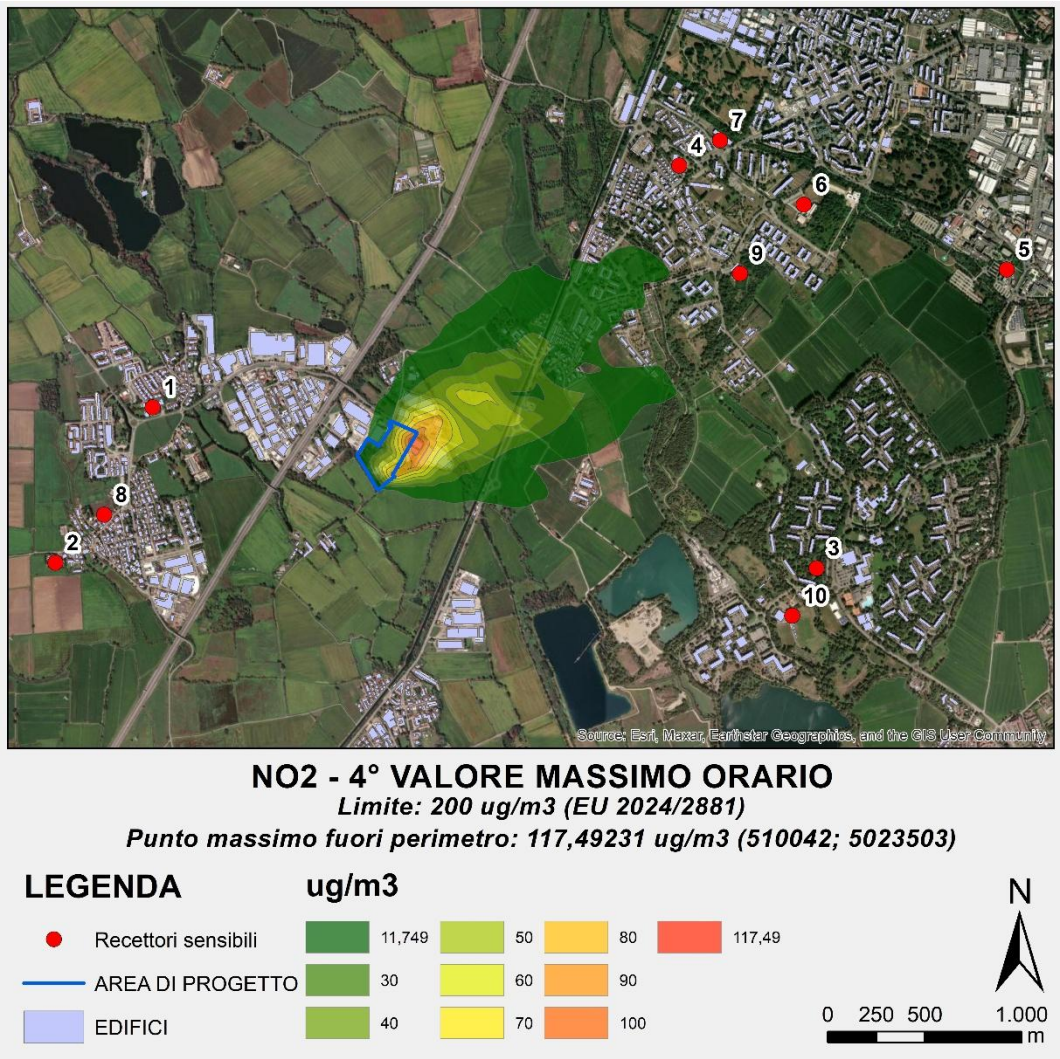


Figura 5-30 Mappa di isoconcentrazione del 4° Valore Massimo Orario per NO_2 per lo scenario di emergenza

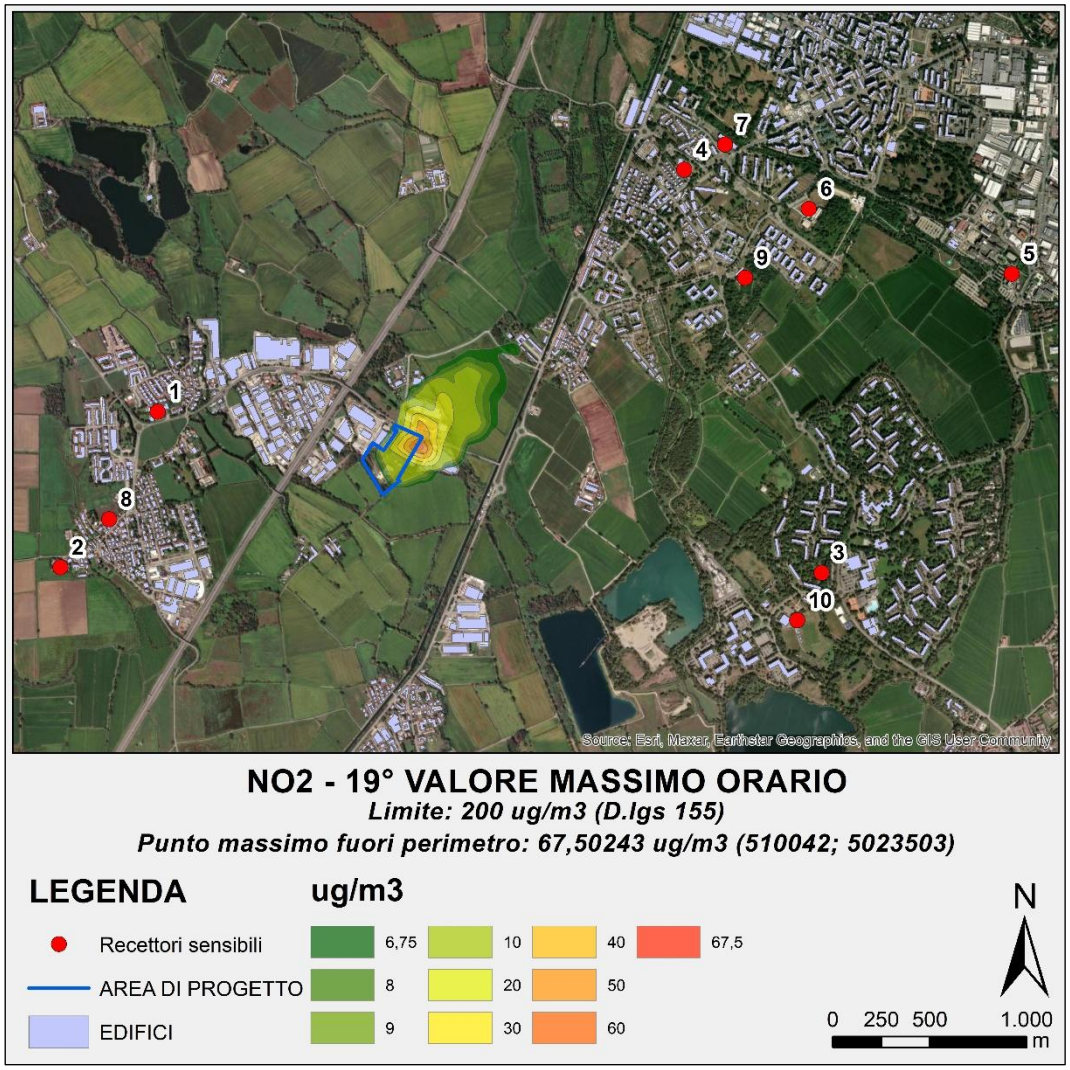


Figura 5-31 Mappa di isoconcentrazione del 19° Valore Massimo Orario per NO_2 per lo scenario di emergenza

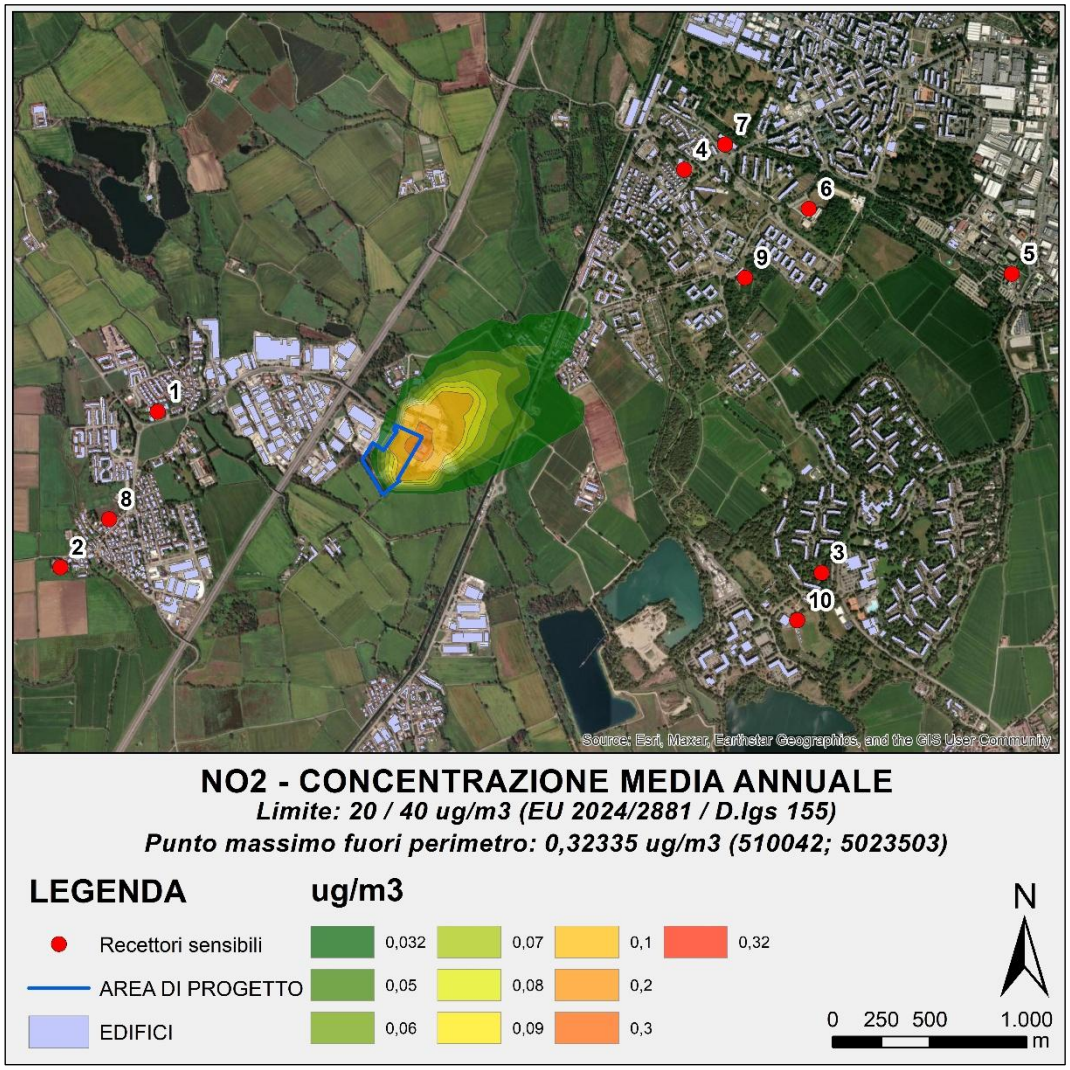


Figura 5-32 Mappa di isoconcentrazione della media di concentrazione annuale per NO_2 per lo scenario di emergenza

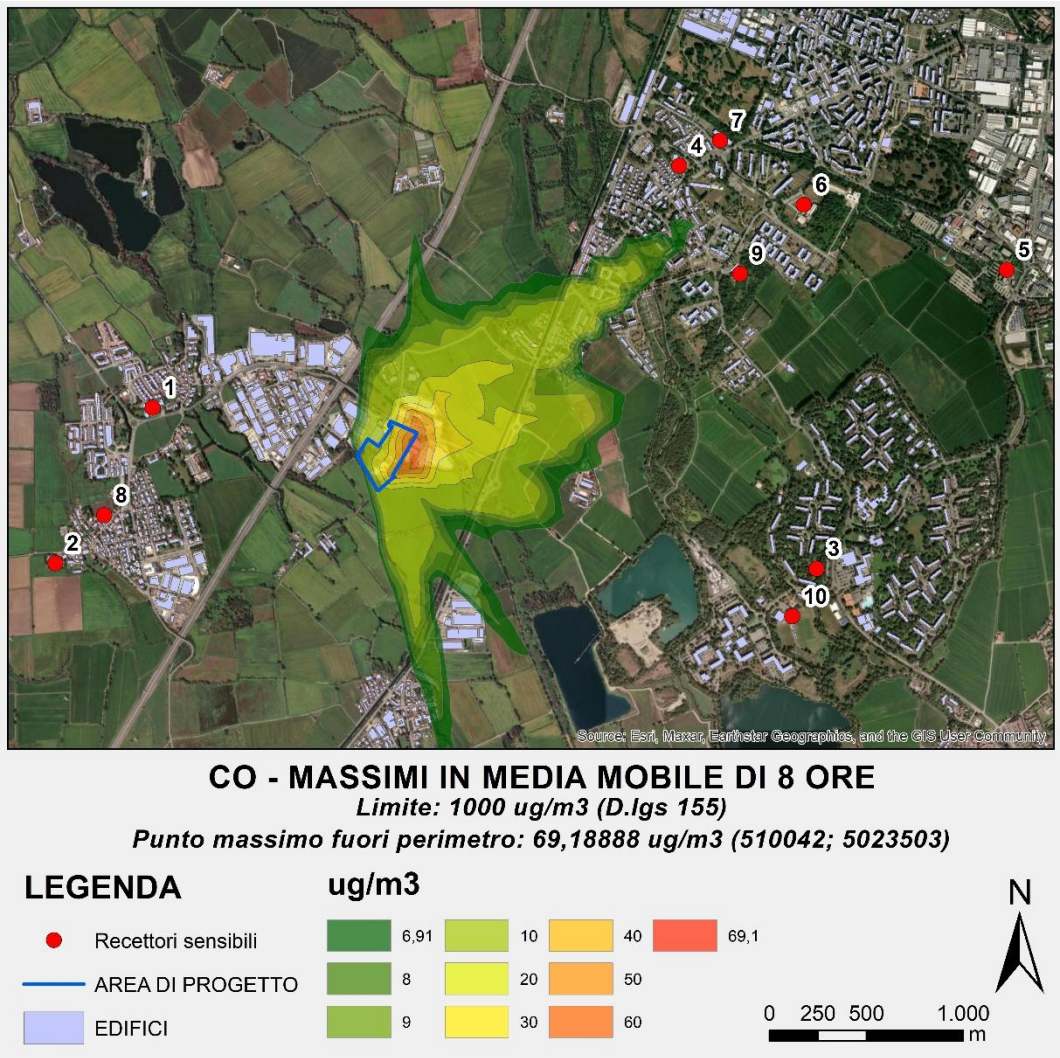


Figura 5-33 Mappa di isoconcentrazione del massimo della media mobile in 8 ore per CO per lo scenario di emergenza

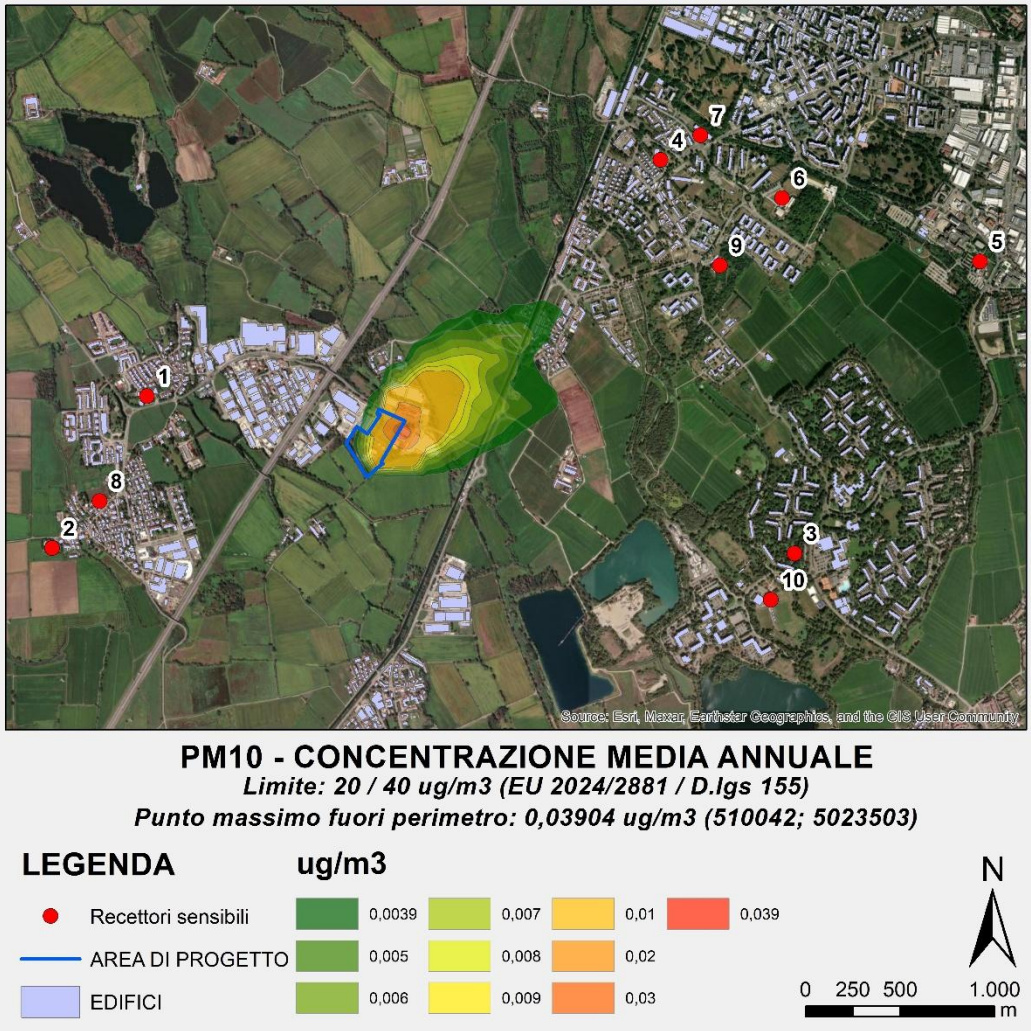


Figura 5-34 Mappa di isoconcentrazione della concentrazione Media Annuale per PM_{10} e $PM_{2.5}$ per lo scenario di emergenza

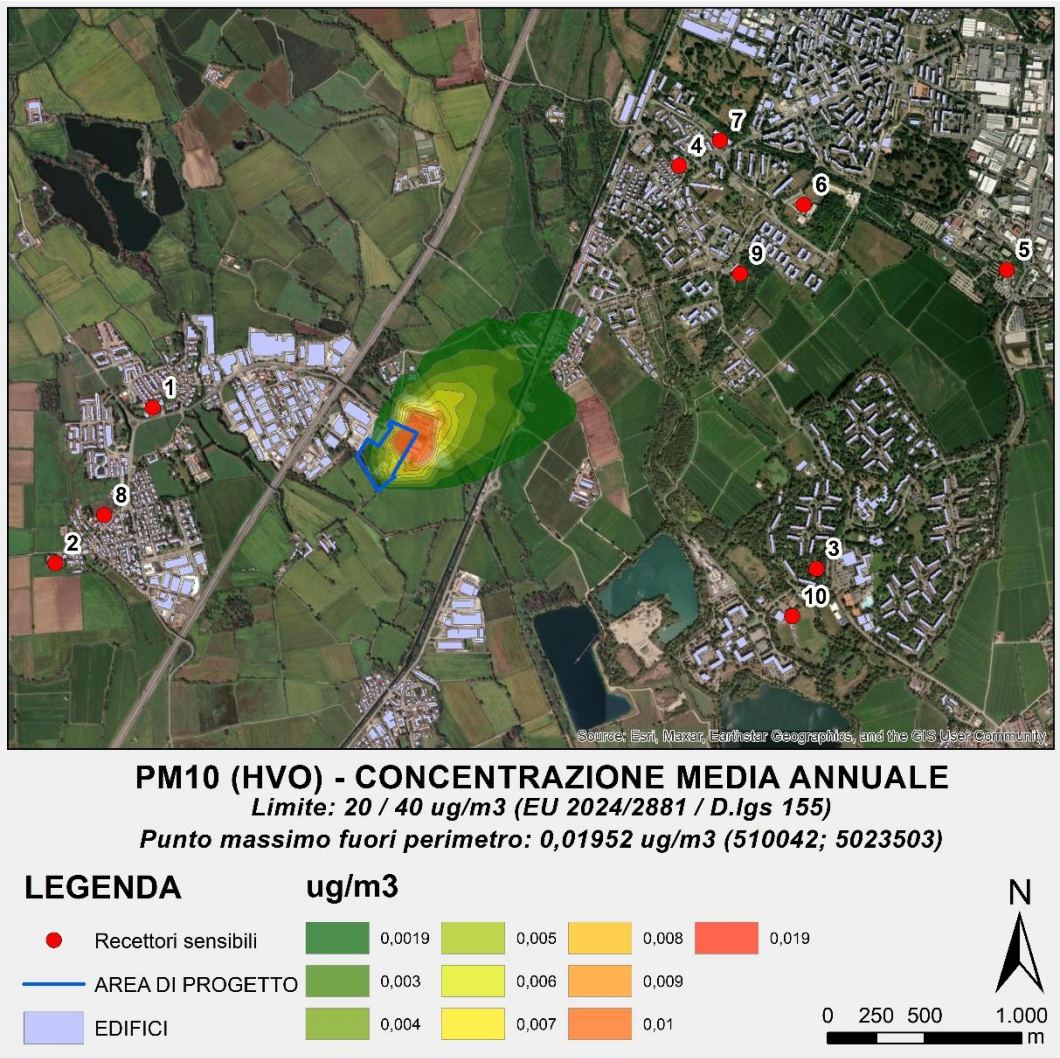


Figura 5-35 Mappa di isoconcentrazione della concentrazione Media Annuale per PM_{10} e $PM_{2.5}$ per lo scenario di emergenza considerando come carburante HVO

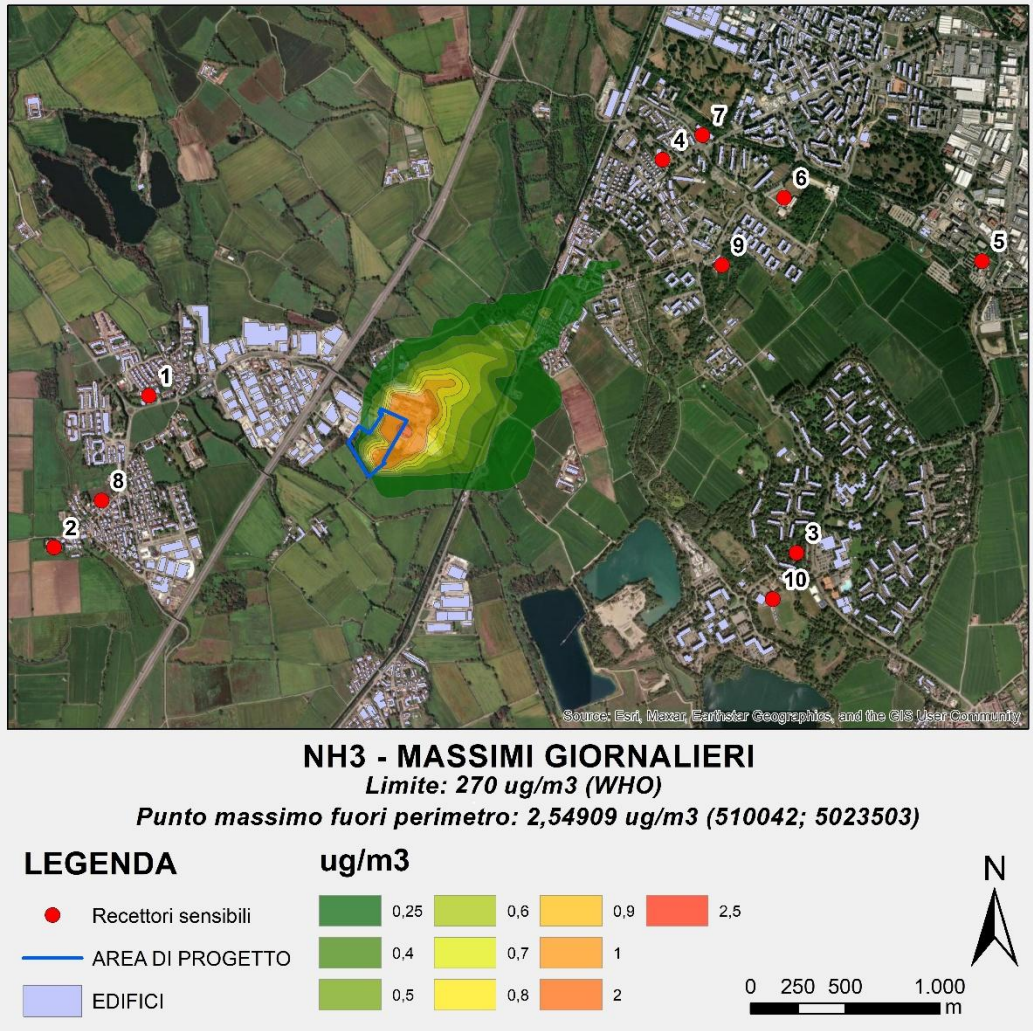


Figura 5-36 Mappa di isoconcentrazione della concentrazione massima giornaliera per NH_3 nello scenario di emergenza

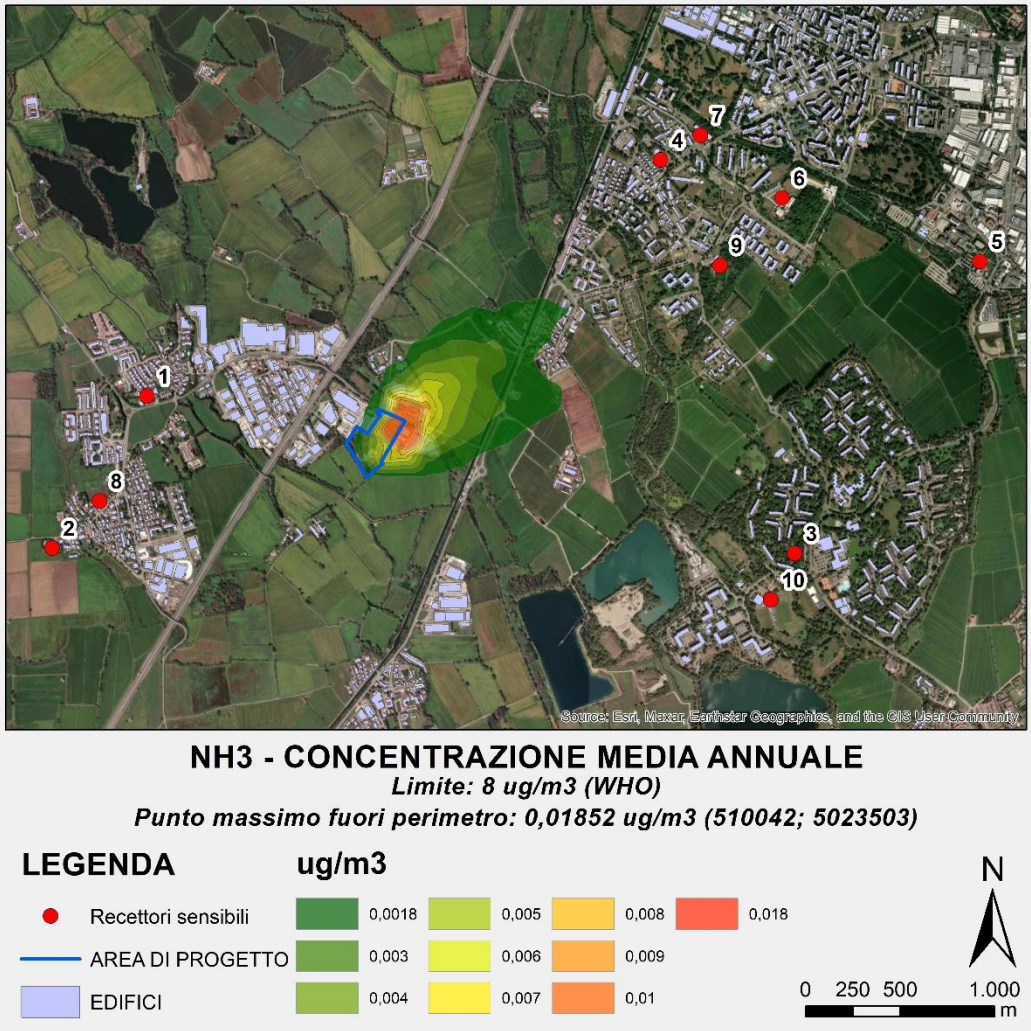


Figura 5-37 Mappa di isoconcentrazione della concentrazione media annuale per NH_3 nello scenario di emergenza

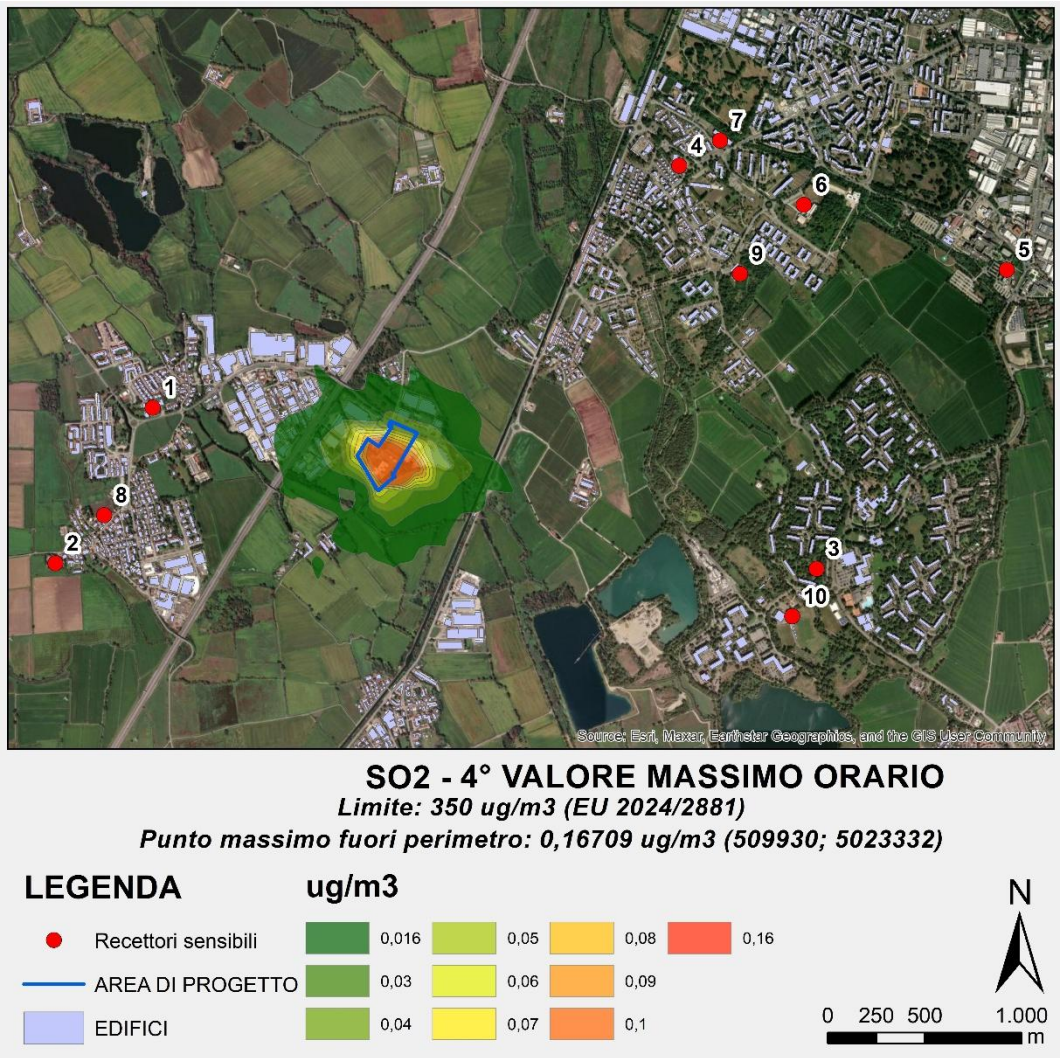


Figura 5-38 Mappa di isoconcentrazione del 4° Valore Massimo Orario per NO_2 per lo scenario di emergenza

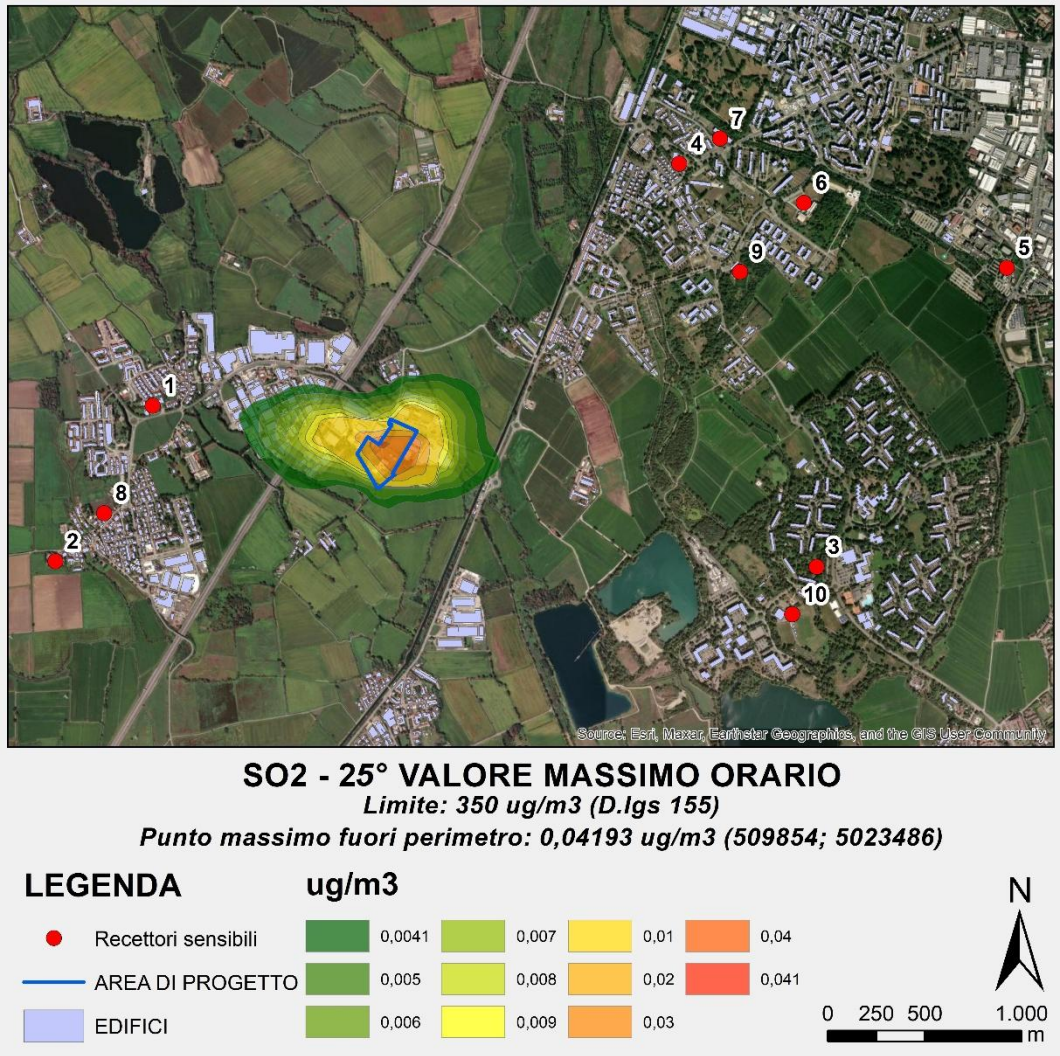


Figura 5-39 Mappa di isoconcentrazione del 25° Valore Massimo Orario per NO_2 per lo scenario di emergenza

6. Considerazioni sugli effetti cumulativi

Oltre al confronto presentato nei paragrafi precedenti tra il contributo del progetto e i livelli di fondo, i quali, come sopra descritto, rappresentano condizioni cumulative, in quanto già comprensive del contributo integrato di tutte le sorgenti emissive a scala territoriale considerate da ARPA Lombardia, è stato condotto un ulteriore approfondimento focalizzato esclusivamente sui potenziali effetti cumulativi con altri data center presenti o in fase autorizzativa nel contesto territoriale limitrofo all'area di intervento.

In tale ambito, i progetti di seguito elencati rappresentano quelli potenzialmente più rilevanti, data la distanza, ai fini cumulativi:

- "Progetto per la realizzazione di un data center – installazione di gruppi elettrogeni di emergenza di potenza complessiva superiore a 150 MWt", presentato da APTO Italia S.r.l., localizzato nel comune di Lacchiarella, ad una distanza di circa 3 km dal sito di progetto in direzione sud-est;
- "Ampliamento del datacenter Noovle di Rozzano (MI) - installazione di gruppi elettrogeni di emergenza di potenza complessiva superiore a 150 MWt", presentato da Noovle S.p.A , ubicato nel Comune di Rozzano (MI), e ubicato a circa 3,3 km dal sito di progetto in direzione nord-est.

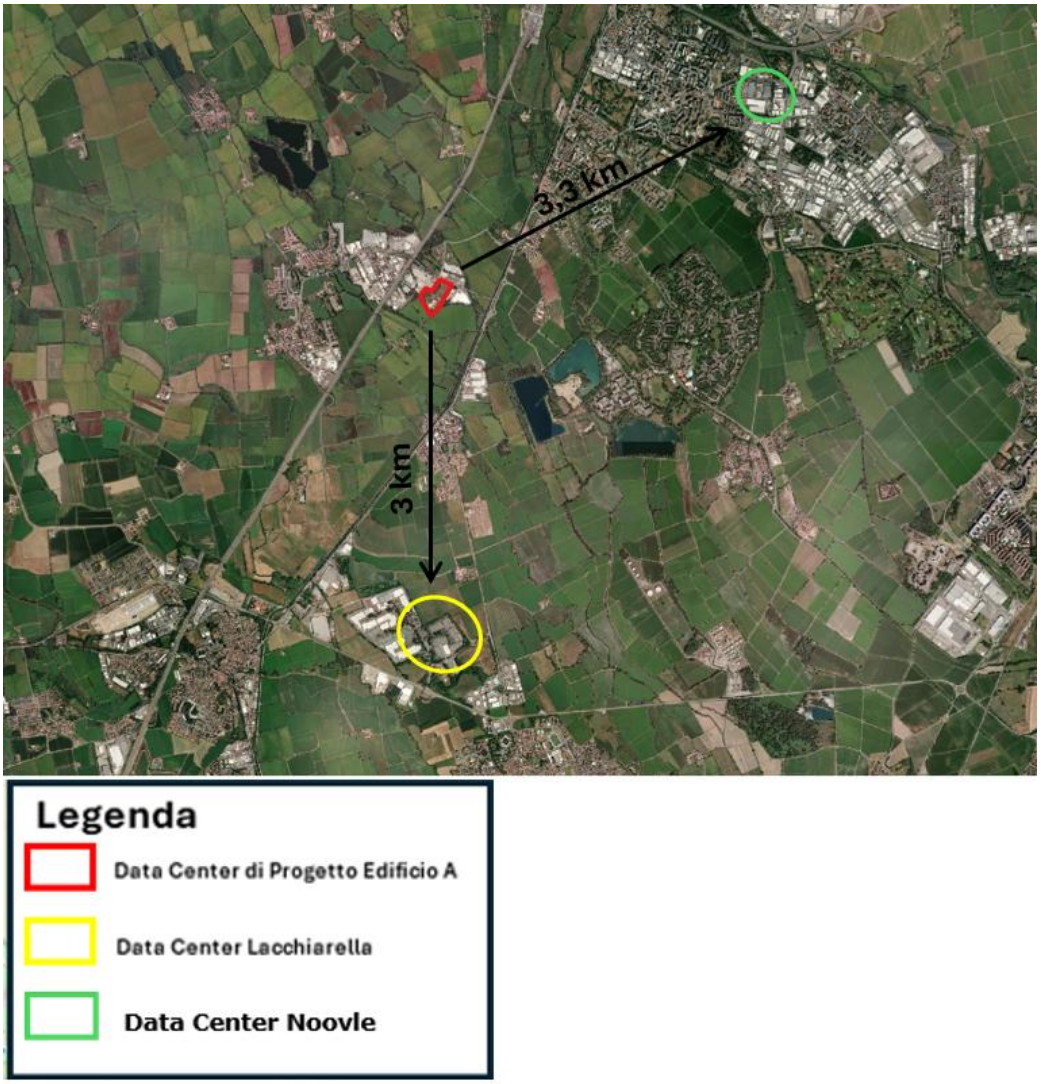


Figura 6-1 Localizzazione del sito di Progetto e dei data center Limitrofi

L'analisi degli effetti cumulativi è stata sviluppata attraverso un confronto quali-quantitativo tra le rispettive aree di ricaduta degli inquinanti, contenute nella documentazione pubblica disponibile dal sito del Ministero (MASE), al fine di verificare le possibili interazioni tra i contributi emissivi delle diverse installazioni.

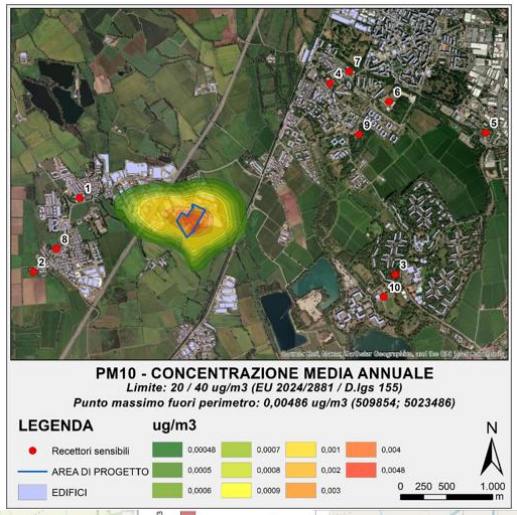
Effetti cumulativi in fase di manutenzione dei generatori

Per la fase di manutenzione, ai fini della valutazione degli effetti potenzialmente cumulativi, si riporta un confronto puntuale con le mappe di isoconcentrazione su base annua relative agli inquinanti NO_2 e PM_{10}, tra lo scenario simulato per i progetti di Lacchiarella e Rozzano nell'ambito dei rispettivi Studi di Impatto Ambientali presentati in ambito di VIA e lo scenario simulato per il progetto di Zibido.

L'analisi si è basata sui valori di media annua, dato che non è metodologicamente corretto procedere a una sovrapposizione diretta delle mappe dei percentili relativi agli indicatori di breve termine. Tali indicatori non rappresentano concentrazioni medie nel tempo, bensì valori associati a specifiche condizioni meteo-diffusive.
Nel caso di confronto tra progetti distinti, modellati separatamente, i rispettivi percentili sono infatti calcolati su serie temporali indipendenti e riferiti a insiemi diversi di ore critiche. Ciò implica che le aree di massima concentrazione individuate dalle mappe percentili non corrispondono necessariamente alle stesse ore né alle stesse condizioni atmosferiche.

Al contrario, indicatori di lungo termine quali la media annua rappresentano grandezze additive e statisticamente stabili, direttamente confrontabili e combinabili anche tra simulazioni distinte, risultando pertanto più adeguati per una valutazione preliminare degli effetti cumulativi.

Nelle immagini seguenti, il sedime del data center oggetto del presente Studio è stato aggiunto evidenziato in colore giallo nelle Tavole del Data Center di Lacchiarella, al fine di consentire una valutazione visiva della relazione spaziale tra le aree di ricaduta degli inquinanti associate agli altri due progetti e la posizione del sito di Progetto. Nel caso del data center di Noovle a Rozzano, il perimetro di Progetto ricade al di fuori della Tavola per cui non si evince, ma la direzione è indicata con una freccia.



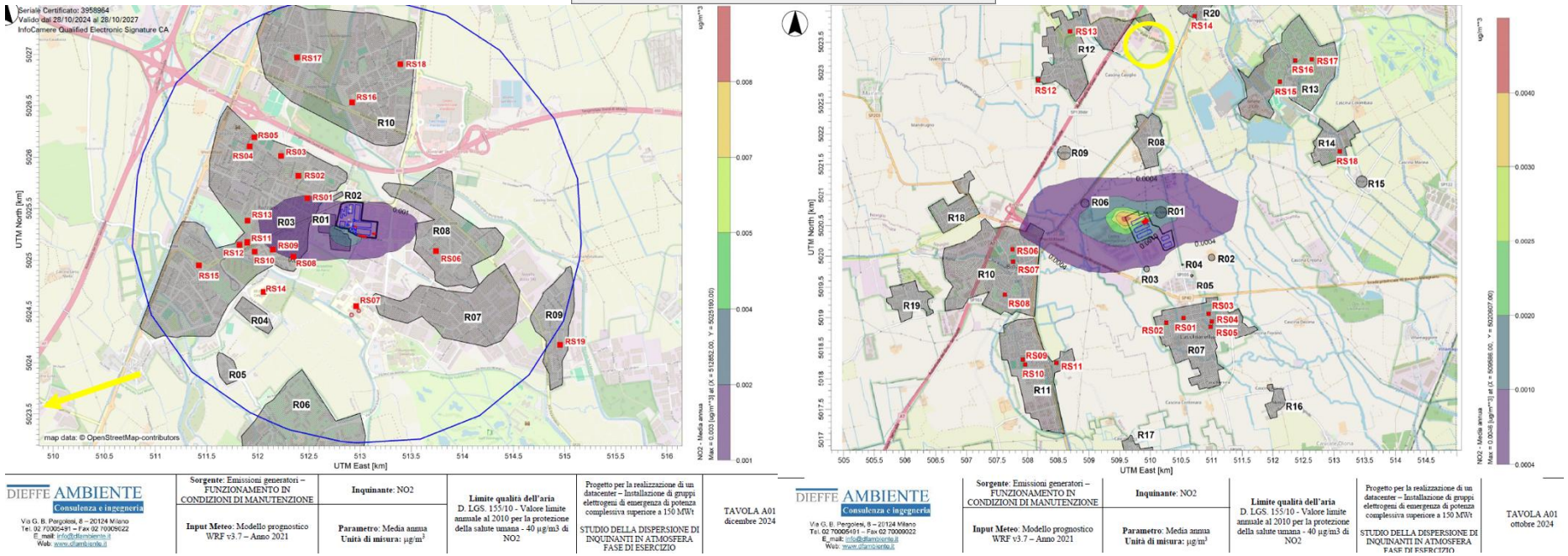
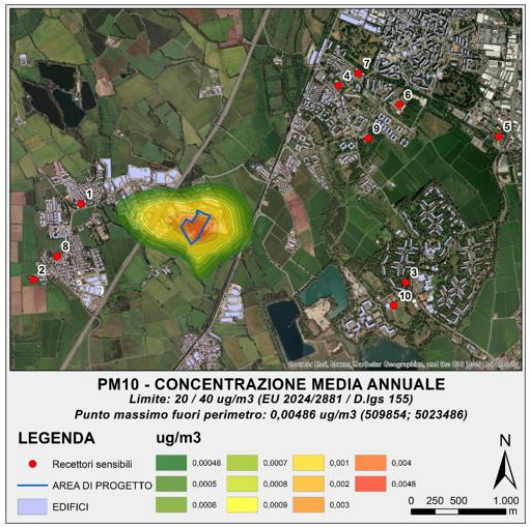
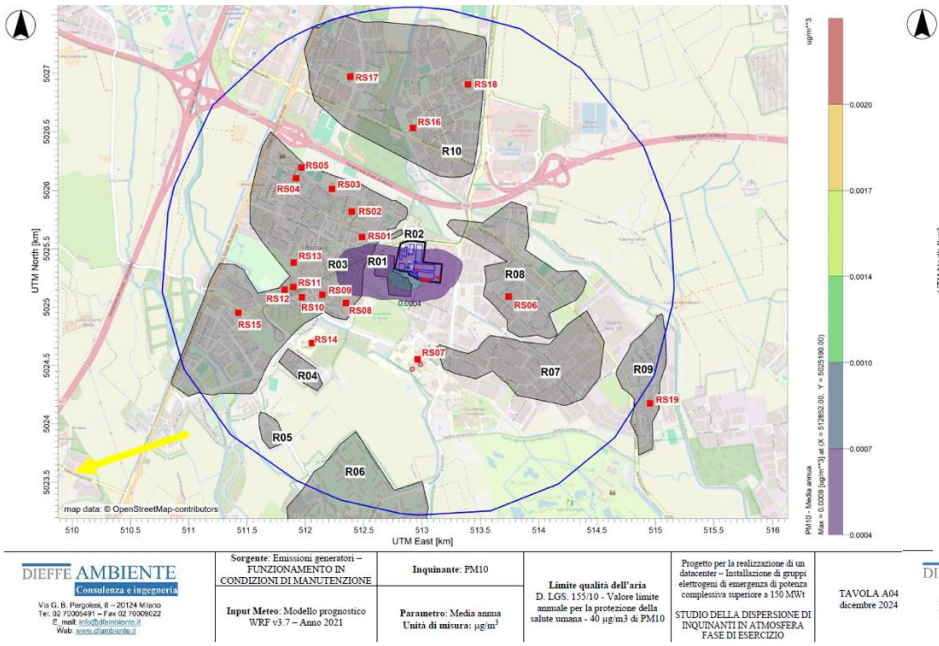


Figura 6-2 Aree di ricaduta di NO_2 (media annua) del progetto in esame (in alto), di Rozzano a sinistra (sito di Progetto fuori dalla tavola indicato dalla in giallo), Lacchiarella a destra con indicato il sito di Progetto (cerchiato in giallo) - Scenario di manutenzione





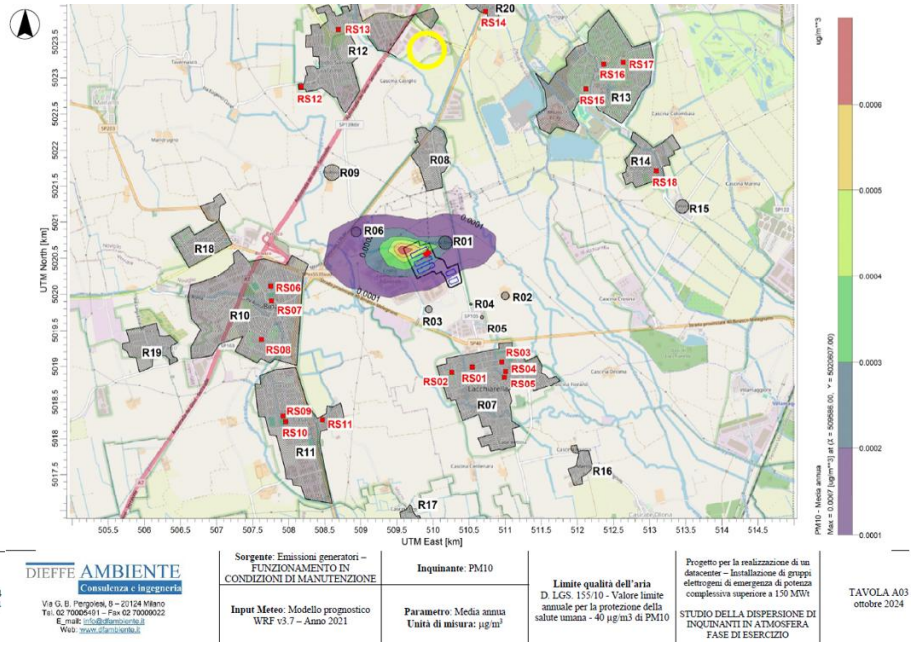


Figura 6-3 Confronto tra le aree di ricaduta di PM10 (media annua) del progetto in esame (in alto), di Rozzano a sinistra (sito di Progetto fuori dalla tavola. La direzione è indicata dalla freccia in giallo), **Lacchiarella a destra con indicato il sito di Progetto (cerchiato in giallo) - Scenario di manutenzione**

Dall'analisi delle mappe emerge che le aree caratterizzate dai livelli di concentrazione più elevati risultano, per entrambi i progetti, confinate in prossimità delle rispettive sorgenti emissive, con una rapida attenuazione dei contributi all'aumentare della distanza. In particolare, le isolinee di concentrazione più basse, associate a valori di diversi ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi, si estendono per poche centinaia di metri dai siti di Lacchiarella in direzione nord, e di Rozzano in direzione sud ovest, rimanendo ampiamente distanti dall'area di progetto.

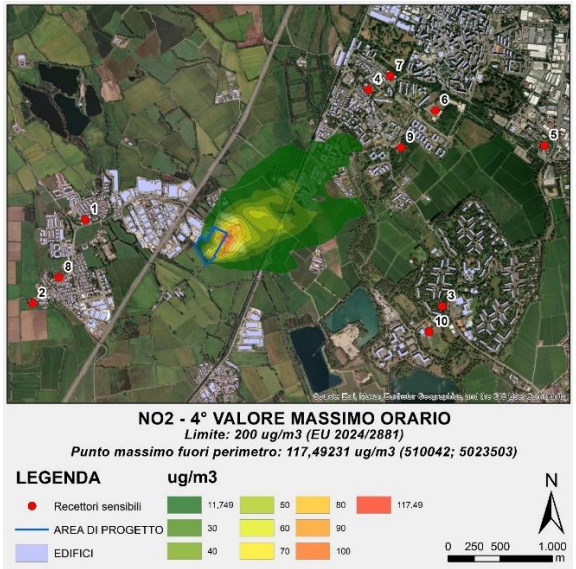
Analoga configurazione si riscontra per il sito in esame, per il quale le isolinee di concentrazione minima si sviluppano per alcune centinaia di metri in direzione sud e nord est, anch'esse su livelli largamente inferiori ai limiti di legge. Ne consegue quindi che le aree delimitate dalle isolinee minori dei datacenter non risultano sovrapposte.

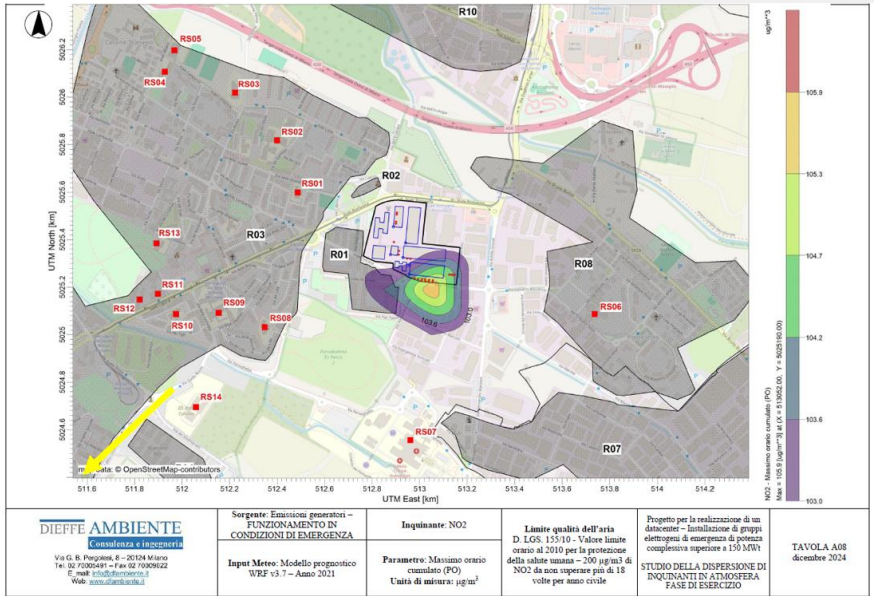
Inoltre, considerando la distanza tra i siti e la loro disposizione lungo una direttrice prevalentemente nord–sud, si evidenzia che le condizioni meteodispersive tipiche dell'area, generalmente caratterizzate da una prevalente propagazione dei pennacchi lungo l'asse est-ovest della Pianura Padana, non risultano favorevoli a fenomeni di interazione tra le emissioni dei due impianti.

Tali evidenze, basate sull'analisi dei documenti pubblici disponibili, consentono quindi di escludere interferenze dirette tra i contributi emissivi dei datacenter durante la fase di manutenzione.
Si evidenzia tuttavia che le mappe dei percentili sono state comunque esaminate e che le evidenze riscontrate risultano coerenti con quanto osservato per le medie annue. In particolare, anche per gli indicatori di breve termine le aree di ricaduta più estese risultano confinate in prossimità delle rispettive sorgenti emissive e non evidenziano sovrapposizioni tra i progetti. Ne consegue che le considerazioni sviluppate sulla base delle medie annue possono essere ritenute rappresentative anche per gli scenari di breve termine, in quanto l'estensione spaziale delle aree di isoconcentrazione risulta sostanzialmente analoga.

Effetti cumulativi in fase di emergenza

In relazione alla fase di emergenza, il confronto qualitativo tra le mappe di isoconcentrazione relative al progetto in esame e le mappe relative ai data center limitrofi non risulta direttamente confrontabile dal punto di vista spaziale, in quanto i diversi proponenti hanno adottato approcci modellistici differenti per la valutazione delle ricadute degli inquinanti.
Cionostante, l'analisi è stata condotta prendendo in considerazione le mappe relative ai valori di short term orari del biossido di azoto, gli unici disponibili, in modo da poter delineare, in termini indicativi, l'estensione areale delle ricadute associate agli scenari emergenziali per ciascun progetto considerato, individuando un raggio potenziale di influenza.





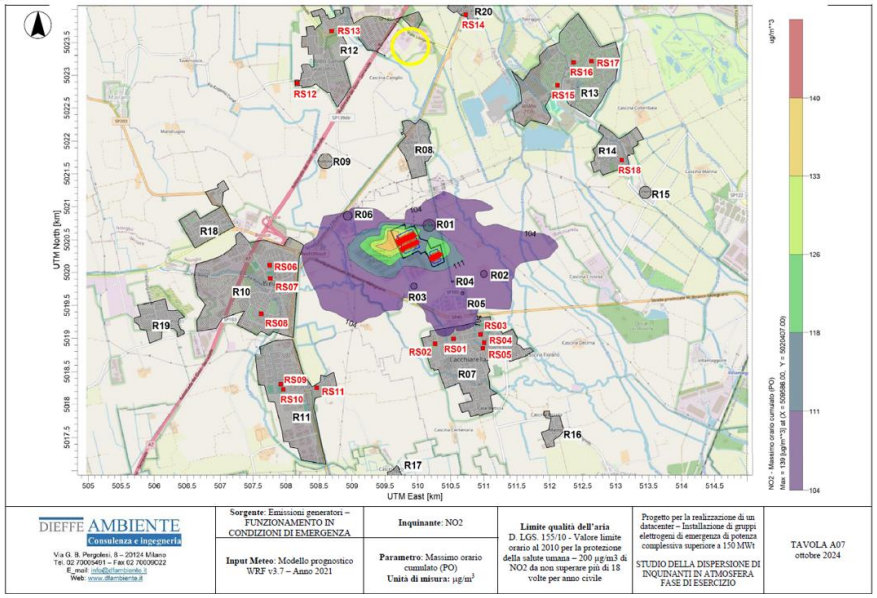


Figura 6-4 Confronto tra le aree di ricaduta dei valori di short term orari di NO_2 del progetto in esame (in alto), di Rozzano a sinistra (sito di Progetto fuori dalla tavola. La direzione è indicata dalla freccia in giallo), Lacchiarella a destra con indicato il sito di Progetto (cerchiato in giallo) – Scenario di emergenza

Dall'analisi delle figure, che rappresentano le condizioni di massima ricaduta potenzialmente associabili a eventi emergenziali, si osserva che le estensioni delle aree di ricaduta associate ai tre progetti non risultano sovrapposte, permanendo una separazione spaziale tra le rispettive aree di influenza. Le aree caratterizzate dai livelli di concentrazione più elevati risultano, per tutti i progetti, confinate in prossimità delle rispettive sorgenti emissive, con una rapida attenuazione dei contributi all'aumentare della distanza; le isolinee di concentrazione più basse, infatti, si estendono per poche centinaia di metri dai relativi impianti.

Tuttavia, si sottolinea come il verificarsi simultaneo di un evento di blackout su scala regionale, che quindi coinvolga diverse sottostazioni elettriche alla quale sono collegati i diversi datacenter, sia di per sé un evento estremamente improbabile.
A supporto di tali considerazioni, secondo quanto riportato da Terna S.p.A. nel Rapporto annuale sulla qualità e sugli altri output del servizio di trasmissione relativo all'anno 2024, il sistema elettrico italiano è progettato e gestito secondo criteri di sicurezza e robustezza elevati con una rete fortemente magliata che garantisce percorsi alternativi di alimentazione e riduce significativamente il rischio di disservizi diffusi.
I dati più recenti riportati da Terna indicano livelli di continuità del servizio estremamente elevati: l'indice di disponibilità del servizio (ASA) nel 2024 risulta prossimo al 100% ($\approx$99,999%), a testimonianza di una frequenza di interruzioni estremamente ridotta e generalmente limitata a eventi localizzati e di breve durata. Inoltre, nel corso del 2024 non si sono verificati "incidenti rilevanti" sulla rete di trasmissione nazionale, ovvero eventi con energia non fornita significativa su scala ampia, confermando ulteriormente l'elevata affidabilità del sistema.
Gli stessi indicatori di continuità (ENS, SAIFI/MAIFI) mostrano livelli contenuti e coerenti con un sistema elettrico caratterizzato da interruzioni sporadiche e circoscritte, spesso associate a cause specifiche (eventi meteorologici eccezionali, guasti puntuali o interventi di sicurezza) e non a blackout estesi e contemporanei su ampie porzioni di rete.

Effetti cumulativi in fase di cantiere
L'analisi degli effetti cumulativi è stata estesa anche alla fase di cantiere, considerando la possibile sovrapposizione temporale delle attività con quelle di altri cantieri relativi a data center previsti nell'area. Da una ricerca della documentazione pubblica disponibile nel sito del Ministero, risulta che, tra i progetti più vicini, il solo intervento di Lacchiarella non è ancora stato realizzato, rendendo pertanto plausibile un'eventuale contemporaneità delle attività di cantiere. La stessa analisi fatta per la fase di esercizio riportata di sopra è stata ripetuta anche per il cantiere, per il quale si riporta il confronto con le mappe dell'inquinante principale e critico per tale fase, ovvero il particolato.

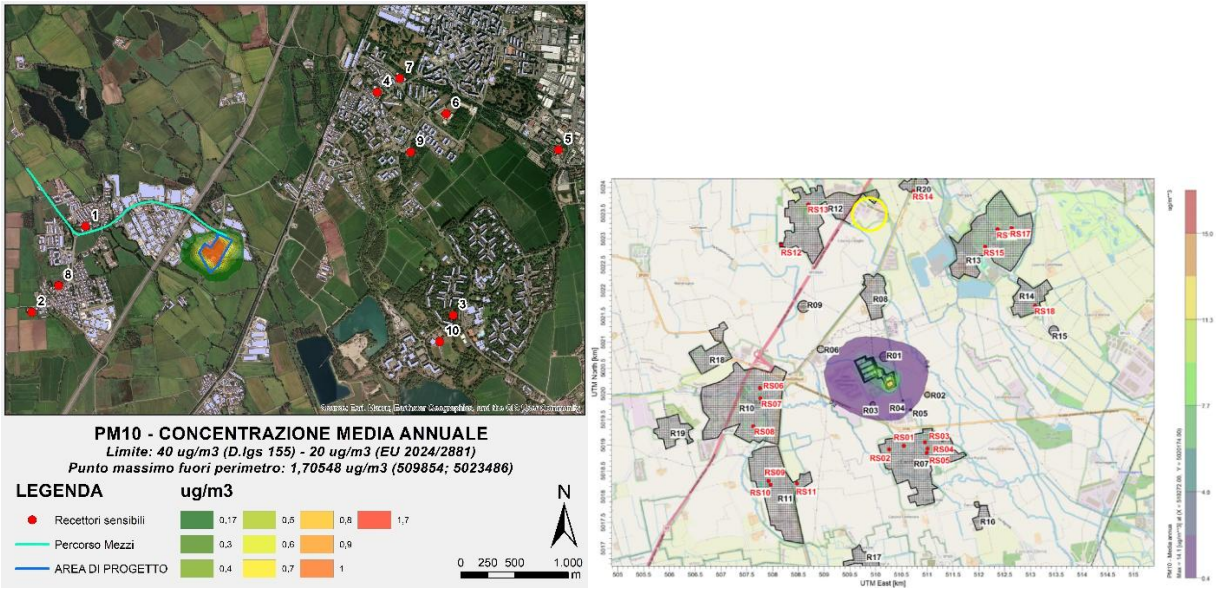


Figura 6-5 Confronto tra le aree di ricaduta di PM10 (media annua) del cantiere del progetto in esame (a sinistra) e Lacchiarella a destra con indicato il sito di Progetto (cerchiato in giallo) – Scenario di cantiere

Le aree di ricaduta associate alle attività di cantiere risultano sostanzialmente confinate nelle immediate vicinanze dei rispettivi siti, con una rapida diminuzione delle concentrazioni all'aumentare della distanza dal sito di cantiere. Le isolinee di concentrazione più basse, riferite a valori ampiamente inferiori ai limiti normativi, si estendono infatti per poche centinaia di metri dal perimetro di ciascun cantiere, senza determinare sovrapposizioni significative tra le diverse aree di influenza.

Alla luce di tali evidenze, si ritiene che nell'ipotesi della sovrapposizione temporale dei cantieri dei due progetti analizzati, possano essere esclusi effetti cumulativi significativi. Analogamente a quanto osservato per la fase di manutenzione, l'eventuale esecuzione di simulazioni cumulative non apporterebbe elementi aggiuntivi rilevanti ai fini della valutazione, in quanto i contributi emissivi rimangono localizzati e non si osserva una reale sovrapposizione spaziale dei plume emissivi, con i massimi livelli di concentrazione riconducibili ai singoli cantieri considerati isolatamente.

7. Conclusioni

Il presente studio descrive l'impatto in atmosfera previsto delle emissioni relative al progetto del Data Center Edificio A a Zibido S.Giacomo durante le attività di costruzione e per lo scenario operativo di manutenzione, che prevede l'accensione saltuaria di massimo 2 generatori al giorno (mai in contemporanea) per la manutenzione, per 16 ore l'anno per generatore, e per lo scenario di emergenza, che prevede il funzionamento in simultanea di tutti i generatori unicamente nel caso di blocco dell'approvvigionamento elettrico necessario al funzionamento dei server per una durata di 72 ore in aggiunta al normale funzionamento di manutenzione. Questa ipotesi è stata volutamente considerata seppur molto conservativa, al fine di valutare l'impatto massimo potenziale in condizioni di prolungata attività dei gruppi elettrogeni. Gli scenari di manutenzione e di emergenza sono stati simulati sia considerando come carburante sia il diesel tradizionale sia carburante HVO, fine di valutare le eventuali variazioni delle emissioni associate all'utilizzo di un combustibile a minore impatto ambientale.

Nello studio è stato utilizzato il modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera AERMOD, indicato dall'EPA (Environmental Protection Agency) degli Stati Uniti come uno dei possibili strumenti modellistici da utilizzare per simulare l'impatto in atmosfera di sostanze inerti in presenza di terreno complesso e condizioni meteorologiche non uniformi sul dominio di simulazione.

Il campo meteorologico per l'anno 2024 è stato ricostruito per mezzo del modello meteorologico diagnostico AERMET utilizzando in input l'output del modello meteorologico a mesoscala MM5.

Le simulazioni di dispersione degli inquinanti (NO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2,5}$, SO_2 e NH_3) che si prevede emessi dal Data Center sono state condotte con dettaglio orario su tutte le ore dell'anno di simulazione. I dati di output orari sono quindi stati processati allo scopo di ottenere le statistiche di interesse normativo.

I valori calcolati, per tutti gli scenari di esercizio, emergenza e di cantiere, rimangono sempre minori rispetto ai valori limite stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 e dalla direttiva Europea *on ambient air quality and cleaner air for Europe* 2024/2881, nonché dalle Linee Guida Europee per la Qualità dell'Aria definite dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) nel 2000.

In particolare:

- Nello scenario di manutenzione, i massimi valori delle concentrazioni simulate risultano essere, rispetto ai limiti di legge e della nuova direttiva EU 2024/2881, di uno, due o più ordini di grandezza più piccoli;
- Nello scenario di emergenza, nonostante l'ipotesi conservativa di funzionamento simultaneo e continuativo di tutti i generatori, le concentrazioni simulate di CO, SO2, PM e NH_3 risultano ben al di sotto dei limiti di legge, con valori inferiori di due o tre ordini di grandezza rispetto ai valori soglia.
- Negli scenari di manutenzione ed emergenza che prevedono l'utilizzo di carburante HVO, si osserva una riduzione delle concentrazioni di particolato pari al 50%, con un ulteriore abbattimento rispetto ai livelli già contenuti associati all'impiego di carburante tradizionale.
- Nello scenario di cantiere, nonostante sia stato considerato uno scenario estremamente conservativo, che vede la sovrapposizione di tutte le attività previste per l'intera giornata lavorativa, i valori massimi simulati risultano tutti al di sotto dei limiti di legge.

Inoltre, tutti i valori massimi simulati ricadono dentro il perimetro di impianto o in zone a destinazione prettamente industriale o agricola, prive di recettori sensibili e di presenza umana stabile.

Per quanto riguarda l'impatto cumulato con gli altri datacenter nell'area in fase di manutenzione, l'analisi è stata condotta mediante confronto tra le mappe di isoconcentrazione su base annua degli inquinanti principali. I risultati evidenziano come le aree di ricaduta siano limitate all'intorno delle singole sorgenti emissive e non presentino sovrapposizioni tra i diversi progetti. Tale evidenza consente di escludere interferenze dirette tra i contributi emissivi degli interventi nella fase di manutenzione.

L'analisi è stata effettuata anche per lo scenario di emergenza, prendendo in considerazione le mappe relative ai valori di short term orari, in modo da poter delineare, in termini indicativi, l'estensione areale delle ricadute associate agli scenari emergenziali per ciascun progetto considerato, individuando un raggio potenziale di influenza. Anche in questo caso si osserva che le estensioni delle aree di ricaduta dei datacenter analizzati non risultano sovrapposte, permanendo una separazione spaziale tra le rispettive aree di influenza. Le aree caratterizzate dai livelli di concentrazione più elevati risultano, per tutti i progetti, confinate in prossimità delle rispettive sorgenti emissive, con una rapida attenuazione dei contributi all'aumentare della distanza; le isolinee di concentrazione più basse, infatti, si estendono per poche centinaia di metri dai relativi impianti.

Analoga conclusione si applica alla fase di cantiere, per la quale l'analisi comparativa delle aree di ricaduta del particolato evidenzia contributi emissivi confinati nelle immediate vicinanze dei singoli siti, senza sovrapposizioni significative tra i diversi interventi, escludendo pertanto la presenza di effetti cumulativi rilevanti anche nell'eventuale sovrapposizione temporale dei cantieri.

In sintesi, l'analisi modellistica condotta dimostra che l'esercizio del nuovo Data Center MXP109 non comporta superamenti dei limiti normativi previsti per la qualità dell'aria mantenendosi ben al di sotto di questi.